

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI KHAMIR SEBAGAI
AGENS PENDEGRADASI RESIDU FUNGISIDA BERBAHAN
AKTIF SIMOKSANIL SECARA *IN VITRO***

Oleh

KRISTI FEBRIANI BR GINTING



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI KHAMIR SEBAGAI
AGENS PENDEGRADASI RESIDU FUNGISIDA BERBAHAN
AKTIF SIMOKSANIL SECARA *IN VITRO***

Oleh
KRISTI FEBRIANI BR GINTING
145040201111185

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapa karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juli 2018

Kristi Febriani Br Ginting



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens
Pendegradasi Residu Fungisida Berbahan Aktif
Simoksanil Secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Kristi Febriani Br Ginting

NIM : 145040201111185

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Prof. Ir.Lilie Sulistyowati, Ph.D.
NIP. 19551212 198003 2 003

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Diketahui,

Ketua Jurusan

Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji III,

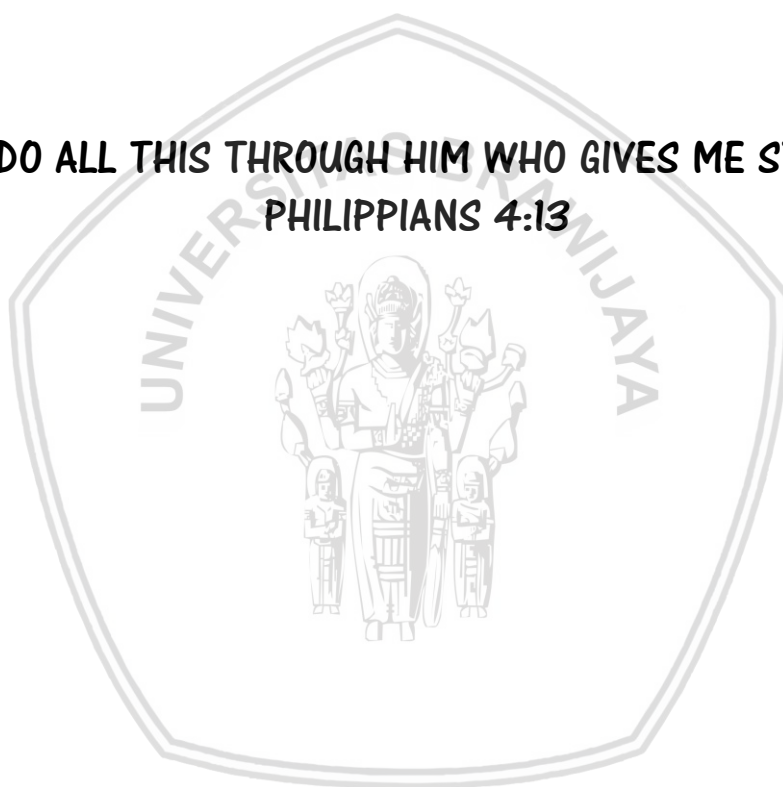
Penguji IV,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.
NIP. 19551212 198003 2 003

Dr. Ir. Aminudin Affandhi, MS.
NIP. 19580298 198212 1 001

Tanggal Lulus:

**I CAN DO ALL THIS THROUGH HIM WHO GIVES ME STRENGTH
PHILIPPIANS 4:13**



**SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK
ORANG TUA TERCINTA SERTA KAKAK
DAN ADIKKU TERSAYANG**

RINGKASAN

Kristi Febriani Br Ginting. 145040201111185. Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens Pendegradasi Residu Fungisida Berbahan Aktif Simoksanil Secara *In Vitro*. Dibawah Bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati. Ph.D Sebagai Pembimbing Utama dan Antok Wahyu Sektiono.,SP.,MP Sebagai Pembimbing Pendamping.

Dalam kegiatan bertani tidak jarang banyak sekali kendala-kendala yang dihadapi oleh petani, salah satunya adalah produksi yang tidak stabil. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya organisme pengganggu tanaman (OPT). Salah satu cara yang selama ini digunakan untuk mengatasinya adalah penggunaan pestisida. Namun dengan penggunaan pestisida yang tinggi dapat menyebabkan residu di dalam tanah. Jika hal ini dibiarkan terus menerus akan menyebabkan pencemaran tanah, air dan menimbulkan racun yang beraneka ragam. Untuk mengurangi residu pestisida di dalam tanah perlu dilakukannya degradasi. Saat ini banyak upaya untuk mendegradasi residu pestisida, salah satunya dengan memanfaatkan mikroorganisme. Ada beberapa mikroorganisme di alam yang dapat dimanfaatkan sebagai pendegradasi pestisida, salah satunya adalah khamir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi khamir dalam mendegradasi residu fungisida simoksanil.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dimulai pada bulan Januari sampai dengan bulan Juli 2018. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu eksplorasi khamir dari lahan yang terdapat residu fungisida simoksanil dan isolasi jamur *Colletotrichum capsici* sebagai indikator pada uji degradasi fungisida simoksanil. Khamir yang diperoleh dari hasil eksplorasi kemudian diidentifikasi sampai dengan hingga tingkat genus. Dari hasil identifikasi diperoleh 4 isolat khamir dari hasil eksplorasi yaitu *Pichia* sp. (1) , *Pichia* sp. (2) , *Saccharomyces* sp. (1) , *Candida* sp. (1) dan *Debaryomyces* sp., *Issatchenkia* sp., *Candida* sp. (2), *Candida* sp. (3), dan *Pichia* sp. (3) *Saccharomyces* sp. (2)., *Candida* sp. (4), *Schizosaccharomyces* sp., *Pichia* sp. (4) yang akan diuji kemampuan degradasinya. Khamir tersebut disimpan menjadi *stock culture* yang akan digunakan pada uji adaptasi dan uji degradasi. Pada uji adaptasi dan uji degradasi khamir, menggunakan rancangan acak lengkap yang diulang sebanyak 3 kali. Kemampuan khamir beradaptasi dilakukan dengan berbagai konsentrasi fungisida simoksanil yang terdiri dari 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 kali konsentrasi anjuran, dengan parameter panjang koloni khamir. Perlakuan yang diberikan pada uji degradasi fungisida simoksanil adalah dengan penambahan khamir 1 ml dan fungisida 1 ml dalam 100 ml PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang menggunakan kontrol negatif tanpa ada penambahan fungisida dan khamir serta kontrol positif yang hanya menggunakan fungisida.

Hasil uji adaptasi diketahui bahwa khamir- khamir dapat tumbuh hingga 10 kali konsentrasi anjuran meskipun semakin tinggi konsentrasi fungisida panjang koloni semakin menurun. Pada uji degradasi diketahui bahwa tiga belas isolat khamir yang diuji dapat mendegradasi fungisida. Hal ini dapat diketahui dari rerata diameter pertumbuhan *C.capsici*, pada perlakuan penambahan khamir rerata diameter lebih panjang dari kontrol positif. Kemampuan khamir mendegradasi fungisida tidak sama setiap harinya. *Candida* sp. memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi fungisida simoksanil dibandingkan dengan *Pichia* sp., *Saccharomyces* sp., *Debaryomyces* sp., dan *Issatchenkia* sp., karena selama pengamatan 7 hari *Candida* sp. memiliki perbedaan yang nyata .



SUMMARY

Kristi Febriani Br Ginting. 145040201111185. Yeast Exploration and Potential Test as Degradation Agents of Simoksani Fungicide Residue In Vitro. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati. Ph.D and Antok Wahyu Sektiono.,SP.,MP

Farming activity is not uncommon in a great many constraints faced by farmers, one of which is the production of unstable. This can be caused by the presence of organisms, plant pest organism. One way that has been used to overcome this problem is the use of pesticides. But with the high use of pesticides can lead to residues in the soil. If this is allowed to continuously will cause the pollution of land, water and generate toxins which are multi-faceted. To reduce pesticide residues in the soil he had to do. Currently many efforts to degrade the pesticide residues, one of which by utilizing microorganisms. There are several microorganisms in nature that can be utilized for the pesticide degrades, one of them is yeast. This study aims to determine the potential of yeasts in degrading the residual pesticide simoksani.

The research was conducted at Plant Disease Laboratory, Department of Pest and Disease of Plant, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang in January to July 2018. The implementation of this research includes several stages of yeast exploration from the land contained fungicide simoksani residue to obtain pure isolate and fungal isolation *Colletotrichum capsici* as an indicator on fungicide degradation test of simoksani by yeast. The yeast obtained from the exploration results are then identified to the genus level. Isolates of yeast namely *Pichia* sp. (1), *Pichia* sp. (2), *Saccharomyces* sp. (1), *Candida* sp. (1), *Debaryomyces* sp., *Issatchenkia* sp., *Candida* sp. (2), *Candida* sp. (3), *Pichia* sp. (4), *Saccharomyces* sp. (2), *Candida* sp. (4), *Schizosaccharomyces* sp., and *Pichia* sp. (4). The yeast is stored into a stock culture and used in adaptation and degradation tests. The yeast adaptation test of the simoksani fungicide used a complete randomized design of 3 replicates, consisting of 13 yeast isolates and various simoksani fungicidal concentrations of 0, 2, 4, 6, 8, and 10 times the recommended concentration. The parameters observed were the length of the yeast colony. To see the ability of yeast in degrading fungicide simoksani degradation test by observing growth of *C.capsici* diameter as indicator. The degradation test was used complete randomized design with 15 treatments and 3 replications. The treatments consisted of 13 isolates of yeast in a stock solution each of which was added 1 ml at 100 ml of fungicide solution and there were two kinds of controls, ie positive and negative controls. Positive controls is 100 ml Potato Dextrose Broth (PDB) medium plus fungicide of simoksani and without the addition of yeast. While the negative control of 100 ml of PDB media without the addition of fungicides simoksani and yeast.

Test results of adaptation test the adaptation test revealed that the 13 yeasts were able to live up to a concentration of 10 times the recommended concentration. In the degradation test it is known that the 13 yeasts can degrade the simoksani fungicide. It is known from the mean diameter of *C.capsici* growth

on yeast treatment longer than positive control. *Candida* sp. can degrade the fungicide simoksanil higher than the yeast of *Pichia* sp., *Saccharomyces* sp., *Debaryomyces* sp., and *Issatchenkia* sp., because during the seven days observation of *Candida* sp. have significant growth.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens Bioremediasi Residu Fungisida Berbahan Aktif Simoksanil Secara *In Vitro*”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D selaku dosen pembimbing utama dan Antok Wahyu S., SP., MP. selaku dosen pembimbing pendamping yang dengan sabar membimbing, memberikan nasihat dan memberikan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jurusan Dr.Ir.Ludji Pantja Astuti, MS. serta seluruh dosen, karyawan, laboran dari Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada orang tua, kakak serta adik atas kasih sayang, doa, dukungan baik secara moral ataupun materi dan harapan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Tidak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada rekan-rekan satu bimbingan dan rekan-rekan HPT angkatan 2014 atas segala bantuan dan dukungan dalam bentuk apapun serta segala kebersamaannya selama ini.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan ilmu bagi semua pihak yang membaca.

Malang, Agustus 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 20 Februari 1995 sebagai putri ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Tinggi Ginting dan Ibu Tiori Thiodora Br.Purba.

Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-kanak Eka Prasetya Imanuel Sukabumi Jawa Barat pada tahun 2001 sampai tahun 2002, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Kristen BPK Penabur Sukabumi pada tahun 2002 sampai tahun 2008 dan penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Kristen BPK Penabur Sukabumi pada tahun 2008 sampai tahun 2011. Setelah selesai menempuh pendidikan menengah pertama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Methodist 1 Medan pada tahun 2011 sampai tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 (S-1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Penulis masuk sebagai mahasiswa Universitas Brawijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) *Christian Community* sebagai Bendahara Umum pada periode 2016/2017. Selain itu penulis pernah aktif di kepanitian PMK *Christian Community*, diantaranya panitia Natal 2014 sebagai anggota divisi dana dan usaha, Paskah 2015 sebagai Koordinator dana dan usaha, Retreat (Penyambutan Mahasiswa Baru) 2015 sebagai Bendahara Pelaksana, dan Retreat (Penyambutan Mahasiswa Baru) 2016 sebagai *Sharing Commite*. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja selama dua bulan dari bulan Juli hingga bulan September 2017 di Bina Sarana Bakti Agatho Bogor, Jawa Barat.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pestisida dan Residu Pestisida	4
2.2 Pestisida Simoksaniil	6
2.3 Bioremediasi	7
2.4 Khamir	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Analisa Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Identifikasi Khamir	16
4.2 Uji Adaptasi Khamir Terhadap Fungisida Simoksaniil	24
4.3 Uji Degradasi Simoksaniil oleh Khamir secara <i>In Vitro</i>	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi pestisida berdasarkan daya racunnya yang ditetapkan oleh menurut WHO	5
2.	Komposisi media umpan beracun pada uji adaptasi	14
3.	Hasil eksplorasi dan rerata panjang koloni khamir (cm) pada berbagai konsentrasi fungisida simoksanil	24
4.	Hasil eksplorasi dan uji potensi khamir sebagai agens pendegradasi	27
Lampiran		
1.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Pichia</i> sp. (1)	50
2.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Pichia</i> sp. (2)	50
3.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Saccharomyces</i> sp. (1).....	50
4.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Candida</i> sp (1).....	50
5.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Debaryomyces</i> sp	50
6.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Issatchenkia</i> sp	50
7.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Candida</i> sp. (2).....	50
8.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Candida</i> sp. (3).....	51
9.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Pichia</i> sp. (4)	51
10.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Saccharomyces</i> sp. (2).....	51
11.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Candida</i> sp. (4).....	51
12.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Schizosaccaromyces</i> sp.....	51
13.	Analisi ragam uji adaptasi khamir <i>Pichia</i> sp. (5)	51
14.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-1	52
15.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-2	52
16.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-3	52
17.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-4	52
18.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-5	52
19.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-6	52
20.	Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-7	52

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rumus Kimia Bahan Aktif Simoksaniil	7
2.	Kenampakan sel khamir pada mikroskop.....	9
3.	Pola Pertunasan dan Morfologi sel diploid dan haploid	10
4.	a.Koloni khamir <i>Pichia</i> sp. (1) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Pichia</i> sp.(1)	16
5.	a.Koloni khamir <i>Pichia</i> sp.(2) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Pichia</i> sp. (2).....	17
6.	a.Koloni khamir <i>Saccharomyces</i> sp. (1) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Saccharomyces</i> sp.(1).....	17
7.	a.Koloni khamir <i>Candida</i> sp. (1) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Candida</i> sp. (1).....	18
8.	a.Koloni khamir <i>Debaryomyces</i> sp. pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Debaryomyces</i> sp.....	19
9.	a.Koloni khamir <i>Issatchenkia</i> sp. pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Issatchenkia</i> sp.....	19
10.	a.Koloni khamir <i>Candida</i> sp. (2) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Candida</i> sp. (2).....	20
11.	a.Koloni khamir <i>Candida</i> sp.(3) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Candida</i> sp.(3).....	20
12.	a.Koloni khamir <i>Pichia</i> sp.(3) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Pichia</i> sp.(3)	21
13.	a.Koloni Khamir <i>Saccharomyces</i> sp. (2) pada media PDA, b. Morfologi sel <i>Saccharomyces</i> sp. (2).....	22
14.	a.Koloni khamir <i>Candida</i> sp. (4) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Candida</i> sp. (4).....	22
15.	a.Koloni khamir <i>Schizosaccharomyces</i> sp. pada media PDA, b. Morfologi sel <i>Schizosaccharomyces</i> sp.....	23
16.	a.Koloni Khamir <i>Pichia</i> sp. (4) pada media PDA, b.Morfologi sel <i>Pichia</i> sp. (4)	23
17.	Rerata panjang diameter koloni <i>C.capcisi</i> dalam 7 hari.....	26

Lampiran

1.	Koloni <i>Pichia</i> sp. (isolat 1) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksaniil pada konsentrasi yang berbeda.....	35
2.	Koloni <i>Pichia</i> sp. (isolat 2) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksaniil pada konsentrasi yang berbeda.....	36
3.	Koloni <i>Saccharomyces</i> sp. (isolat 1) pada media PDA yang	

	mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda..	37
4.	Koloni <i>Candida</i> sp. (isolat 1) pada media PDA yang y mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	38
5.	Koloni <i>Debaryomyces</i> sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	39
6.	Koloni <i>Issatchenkia</i> sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	40
7.	Koloni <i>Candida</i> sp. (isolat 2), pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	41
8.	Koloni <i>Candida</i> sp. (isolat 3), pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	42
9.	Koloni <i>Pichia</i> sp. (isolat 3) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	43
10.	Koloni <i>Saccharomyces</i> sp. (isolat 2) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.	44
11.	Koloni <i>Candida</i> sp. (isolat 4) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	45
12.	Koloni <i>Schizosaccaromyces</i> sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.	46
13.	Koloni <i>Pichia</i> sp. (isolat 4) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda.....	47
14.	Koloni jamur <i>Colletotrichum capsici</i> pada uji degradasi fungisida simoksanil oleh beberapa khamir secara <i>in vitro</i>	48
15.	Koloni jamur <i>Colletotrichum capsici</i> pada uji degradasi fungisida simoksanil oleh beberapa khamir secara <i>in vitro</i>	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam, sehingga mengandalkan perekonomian negara dari sektor pertanian. Peran strategis sektor pertanian Indonesia salah satunya dapat dilihat dari kontribusi sektor pertanian terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yang mencapai 10,26% atau sekitar Rp. 879,23 triliun). Hal ini dapat dilihat dari capaian produksi komoditas pertanian pada tahun 2010-2014, bahwa pada produksi tanaman padi meningkat rata-rata sebesar 1,63%/tahun, produksi jagung meningkat yaitu sekitar 1,11% /tahun dan produksi kedelai meningkat sebesar 1,93 %/tahun (Kementrian Pertanian, 2015). Dalam kegiatan budidaya produksinya sering kali menghadapi kendala serangan hama dan penyakit yang menyebabkan gagal panen atau minimal hasilnya berkurang. Salah satu cara yang selama ini digunakan untuk mengatasinya adalah penggunaan pestisida (Miskiyah dan Munarso, 2009).

Pestisida merupakan bahan kimia atau campuran dari beberapa bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau membasmi organisme pengganggu tanaman, penggunaan pestisida dewasa ini sudah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistem pertanian (Khaerudin dan Puspitasari, 2016). Salah satu pestisida yang sering digunakan oleh petani adalah fungisida dengan bahan aktif simoksanil. Simoksanil merupakan senyawa asetimida (*acetimide compound*) yang digunakan sebagai fungisida penyembuh (*currative*) dan pelindung (*preventive*). Fungisida ini memiliki cara kerja secara sistemik, yang artinya menyerap cepat ke dalam jaringan tanaman dan dapat menghambat perkembangan patogen di dalam tanaman yang telah terinfeksi, fungisida ini mengendalikan patogen selama masa inkubasi dan mencegah terjadinya kerusakan pada tanaman (Paramita *et al.*, 2014).

Pemakaian pestisida dengan intensitas yang tinggi dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan maupun manusia. Dampaknya dapat berupa ketidakstabilan ekosistem, adanya residu pada hasil panen dan bahan olahannya, pencemaran lingkungan dan keracunan bahkan kematian pada manusia (Djojsumarto, 2008). Residu yang terdapat dalam tanaman berasal dari pestisida yang langsung diaplikasikan pada tanaman, atau yang diaplikasikan melalui tanah dan air. Tinggi rendahnya residu pestisida pada

tanaman ditentukan oleh jenis pestisida, dosis dan frekuensi aplikasi, serta waktu aplikasi. Pengaruh jenis pestisida terhadap tingkat residu tergantung pada sifat-sifat fisika dan kimiawinya (Hartini, 2014). Fungisida simoksinil memiliki tingkat hidrolisis yang bergantung pada pH. Pada pH 5, bahan kimia relatif stabil. Namun, di perairan netral dan alkali, ia menghidrolisis dengan cepat (pH 7 setengah hari: 34 jam, pH 9 setengah hari 31 menit). Simoksinil paling cepat terdegradasi dengan pada media berair, dengan waktu paruh 1,8 hari dan pada tanah fotodegradasi simoksanil terjadi perlahan dengan waktu paruh 25,3 hari (EPA, 1998). Oleh karena itu perlu adanya suatu teknologi yang digunakan untuk mengurangi residu yang diakibatkan oleh pemakaian fungisida.

Teknologi yang digunakan untuk merehabilitasi tanah yang tercemar salah satunya dengan bioremediasi. Bioremediasi adalah penggunaan organisme untuk membersihkan lingkungan yang tercemar dari polutan. Pemulihan lingkungan oleh mikroorganisme dianggap sebagai strategi potensial dalam mereduksi kontaminasi logam-logam berat yang terjadi di lingkungan (Gandjar *et al.*, 2006). Ada beberapa mikroorganisme yang terdapat di alam yang dapat berperan sebagai agen biofertilizer, salah satunya adalah khamir. Khamir adalah jamur uniseluler yang memiliki karakteristik sel, askospora dan koloni (Schneider, 2004). Khamir memiliki rentan ekologi yang cukup luas, mampu hidup pada daerah yang ekstrim dan khamir dapat di temukan pada lingkungan organik yang tinggi (Ashliha dan Alami, 2014).

Selain itu khamir memiliki peran sebagai agen biofertilizer diantaranya adalah sebagai pelarut fosfat dan pendegradasi bahan organik, misalnya khamir yang berasal dari genus *Candida*, *Saccharomyces*, *Filobasidium*, *Trichosporon*, dan *Pichia* (Ashliha dan Alami, 2014). Beberapa genus khamir mampu mendegradasi logam berat seperti uranium, kadmium, cobalt, dan ion seng (Satife *et al.*, 2011). Beberapa spesies mikroba memiliki kemampuan untuk hidup dan berkembang biak di lingkungan yang tercemar logam berat. Beberapa keunggulannya antara lain ramah lingkungan, mampu membersihkan pencemar dalam konsentrasi rendah dan mengurangi penggunaan bahan kimia sebagai koagulan. Bioremediasi logam berat oleh mikroba adalah proses pengubahan molekul atau ion logam sehingga yang semula bersifat toksis menjadi berkurang kadar toksisitasnya (Yazid, 2017).

Bioremediasi yang dilakukan oleh peneliti merupakan mikroorganisme yang berasal dari dalam tanah. Dengan demikian adanya penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui keanekaragaman khamir yang berpotensi sebagai pendegradasi residu fungisida yang berbahan aktif simoksanil. Oleh karena itu perlu adanya uji coba kemampuan khamir sebagai pendegradasi residu fungisida simoksanil. Dari pengujian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam mengurangi residu fungisida simoksanil yang terdapat di lahan.

1.2 Tujuan Penelitian

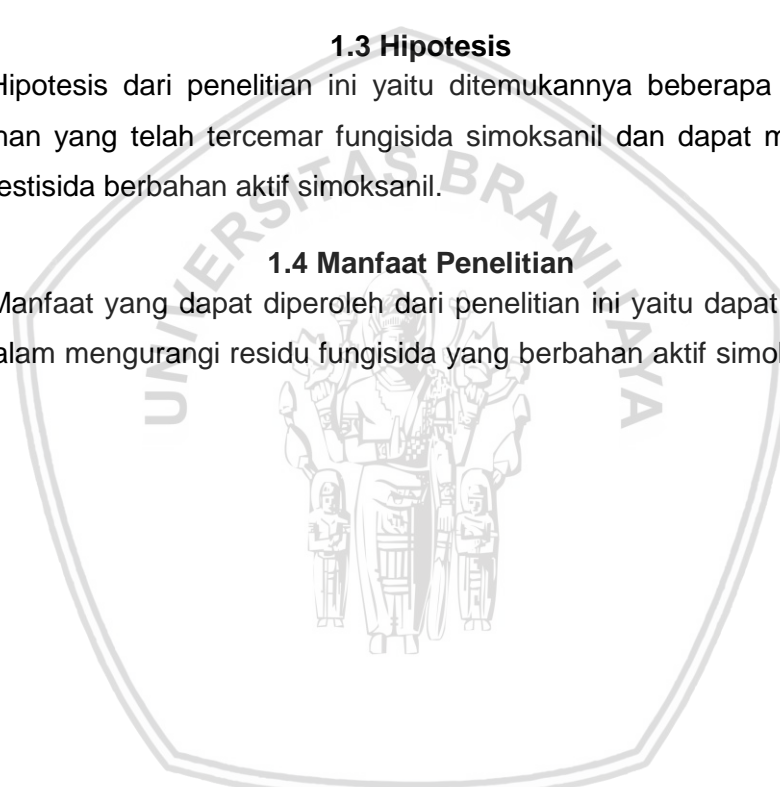
Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan khamir pada lahan yang telah tercemar dari fungisida simoksanil dan untuk mengetahui potensi khamir dalam mendegradasi residu pestisida berbahan aktif simoksanil.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu ditemukannya beberapa jenis khamir pada lahan yang telah tercemar fungisida simoksanil dan dapat mendegradasi residu pestisida berbahan aktif simoksanil.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu dapat memberikan solusi dalam mengurangi residu fungisida yang berbahan aktif simoksanil secara biologis.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pestisida dan Residu Pestisida

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Kata pestisida berasal dari kata *pest*, yang berarti hama dan *cida* yang berarti pembunuh, jadi secara sederhana pestisida diartikan sebagai pembunuh hama. Yang dimaksud hama bagi para petani sangat luas, yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, kemudian nematoda (Sudarmo, 1991). Pestisida diartikan sebagai suatu zat yang dapat bersifat racun, menghambat pertumbuhan atau perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, pengaruh hormon, penghambat makanan, membuat mandul, sebagai pengikat, penolak dan aktivitas lainnya yang mempengaruhi organisme pengganggu tanaman (Yuantari, 2011).

Pestisida merupakan agen pencemar yang masuk ke lingkungan baik melalui udara, air maupun tanah dapat berakibat langsung terhadap makhluk hidup maupun lingkungan. Gangguan pestisida akibat adanya residu pada tanah yaitu pada tingkat kejenuhan karena tingginya kandungan pestisida per satuan volume tanah. Sifat pestisida yang persisten sehingga mengalami pengendapan yang lama pada tanah menyebabkan terjadinya degradasi tanah. (Khaerudin dan Puspitasari, 2016). Pestisida yang diserap oleh berbagai komponen lingkungan, kemudian terangkut ke tempat-tempat lain oleh air, angin atau organisme yang berpindah akan berpindah-pindah tempat dan kemudian diserap oleh berbagai komponen lingkungan yang mengubahnya menjadi bahan-bahan yang masih beracun. Penggunaan pestisida kimia, terutama yang daya kerjanya sistemik dapat meninggalkan residu pada produk yang dihasilkan (Yusnani, 2013).

Pemakaian pupuk dan pestisida dalam jumlah yang besar menimbulkan pencemaran tanah dan air tanah dengan kadar racun yang beraneka ragam. Degradasi tanah pertanian sudah makin parah dan dengan sudah mengendapnya pestisida maupun bahan agrokimia lainnya dalam waktu yang cukup lama (Yuantari, 2011). Pengaplikasian pestisida pasti akan selalu meninggalkan residu, residu tersebut berguna untuk membunuh hama, akan tetapi pada beberapa pestisida yang sangat persisten residu tersebut akan tertinggal cukup lama pada tanaman sehingga dapat termakan oleh hewan herbivora ataupun manusia (Hartini, 2014).

Pestisida terdiri dari beberapa jenis berdasarkan kegunaannya, yaitu insektisida sebagai pengendali serangga, fungisida sebagai pengendali patogen yang disebabkan oleh jamur, rodentisida sebagai pengendali hama tikus, herbisida sebagai pengendali gulma, bakterisida untuk melawan bakteri, akarisisida sebagai pengendali kudu dan sebagainya. Berdasarkan jenis bahan kimianya penyusun pestisida digolongkan menjadi golongan ditiokarbamat, organofosfat, karbanat, klorohidrokarbon, arsen, antikoagulan, organoklorin, organosulfur, dan dinitrofenol (Sudarmo, 1990). Berdasarkan cara kerjanya dalam tanaman, fungisida dibagi menjadi fungisida kontak (nonsistemik) dan sistemik. Fungisida kontak disebut juga protektan melindungi tanaman dari serangan patogen pada tempat aplikasi (permukaan tanaman). Fungisida sistemik bekerja sampai jauh dari tempat aplikasi dan dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Fungisida ini terserap oleh jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Fungisida sistemik hanya bekerja pada satu tempat dari bagian sel jamur sehingga disebut mempunyai cara kerja *single site action* atau spesifik (Sumardiyono, 2008).

Tabel 1. Klasifikasi pestisida berdasarkan daya racunnya yang ditetapkan oleh menurut WHO (Wiryadiputra, 2013)

Kelas WHO	Tingkat Bahaya	Nilai LD ₅₀ pada Tikus, mg/kg berat badan	
		Melalui Mulut	Melalui Kulit
Ia	Sangat Bahaya	<5	<50
Ib	Tinggi	5-50	50-200
II	Sedang	50-2000	200-2000
III	Kurang	>2000	>2000
U	Sangat Sedikit	≥5000	

Pestisida dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat bahaya atau daya racunnya, daya racun ini biasanya diukur berdasarkan nilai dosis letal LD₅₀ dan konsentrasi letal LC₅₀. LD₅₀ maupun LC₅₀ adalah jumlah bahan aktif pestisida (dinyatakan dalam mg bahan aktif pestisida per kg berat badan hewan uji atau ppm/part per million) yang mematikan 50% dari hewan uji yang digunakan untuk percobaan, biasanya dilakukan melalui mulut ataupun melalui kulit. Dapat disimpulkan bahwa pestisida dengan nilai LD₅₀ maupun LC₅₀ makin rendah maka pestisida tersebut makin beracun (Wiryadiputra, 2013).

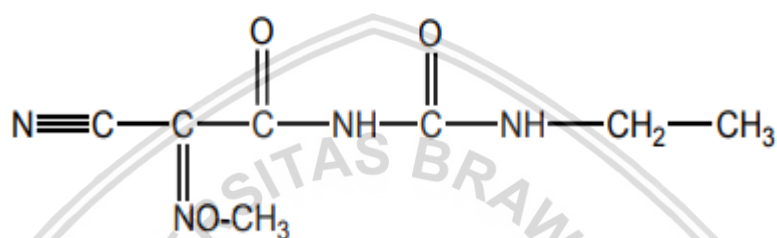
2.2 Pestisida Simoksaniil

Simoksaniil merupakan bahan aktif yang berbentuk bubuk kristal putih yang tidak berbau, dengan kerapatan sekitar 1,3x air dan memiliki kelarutan yang baik dalam air dan juga pelarut organik. Simoksaniil tidak begitu memiliki bioakumulasi yang relevan karena memiliki logPow lebih rendah dari 3 (log (Pow) simoksaniil=0,64). Simoksaniil memiliki tingkat hidrolisis yang bergantung pada pH. Pada lingkungan yang berair (karakter hidrolisis) simoksaniil memiliki waktu paruh 148 hari pada suhu 25°C pada pH 5, waktu paruh 34 jam pada suhu 25°C pada pH 7 dan waktu paruh 31 menit pada suhu 25°C pada pH 9. Simoksaniil memiliki titik lebur 162°C dan memiliki suhu sublimasi 180°C (FAO, 2018). Pada pH 5, bahan kimia relatif stabil. Namun, di perairan netral dan alkali, ia menghidrolisis dengan cepat. Simoksaniil paling cepat terdegradasi dengan pada media berair, dengan waktu paruh 1,8 hari dan pada tanah fotodegradasi simoksaniil terjadi perlahan dengan waktu paruh 25,3 hari (EPA, 1998). Nilai LD₅₀ fungisida simoksaniil pada tikus dalam mg/kg, melalui mulut LD₅₀ = 3100 mg/kg dan melalui kulit LD₅₀ > 2000 mg/kg (FAO, 2018).

Simoksaniil biasanya digunakan untuk mengendalikan penyakit busuk daun (*Phytophthora infestans*) yang biasanya dikombinasikan dengan fungisida lain seperti, mancozeb, klorotalonil, triphenyltin hydroxide, atau metiram. Fungisida ini dapat terdegradasi dengan cepat di lingkungan, fungisida ini juga dapat terhidrolisis dalam kondisi yang berair, pada pH netral dan juga basa serta dapat terjadinya fotodegradasi dalam air. Pada kondisi aerobik dan anaerobik di tanah simoksaniil dapat mengalami biodegradasi yang cepat (EPA, 1998). Simoksaniil merupakan fungisida protektif dan kuratif yang memiliki kontak dengan aktivitas sistemik lokal, fungisida ini biasanya digunakan dalam bidang pertanian maupun hortikultura. Fungisida ini biasanya digunakan untuk melawan patogen yang termasuk ke dalam ordo Peronosporales, yaitu *Phytophthora*, *Plasmopara* dan *Peronospora* spp., yang menyebabkan penyakit embun tepung pada daun dan hawar di berbagai tanaman, seperti anggur, tomat, dan kentang (FAO, 2018). Simoksaniil kurang teradsorpsi ke tanah dengan nilai K_{oc} di bawah satu. Dalam air / sedimen zat aktif simoksaniil dengan cepat dapat terdegradasi dengan keseluruhan 1,5 hari, dan tidak adanya translokasi ke sedimen yang terjadi (Syngenta, 2014).

Simoksaniil merupakan fungisida yang memiliki cara kerja sistemik, dengan demikian pemakaian fungisida simoksaniil dapat menimbulkan strain

tahan pada organisme termasuk jamur patogen yang memiliki sifat untuk mempertahankan diri pada keadaan yang buruk, penyebab timbulnya strain tahan adalah pemakaian yang berulang-ulang dengan dosis subletal dari fungisida sistemik (Sumardiyono, 2008). Bahan aktif simoksanil memiliki nama umum ISO Cymoxanil (E-ISO, (m) F-ISO, BSI, ANSI), dengan nama kimia dari IUPAC: 1 - (2-cyano-2 -methoxyiminoacetyl) – 3 - ethylure, CA : 2 – cyano – N - [(ethylamino)carbonyl]2 (methoxyimino) acetamide, rumus kimia $C_7H_{10}N_4O_3$, massa molekul relatif 198,2 , nomor registry CAS 57966-95-7, nomor CIPAC 419 dan dengan tes identitas HPLC retention time; IR spectrum (FAO, 2018).



Gambar 1. Rumus Kimia Bahan Aktif Simoksanil (FAO, 2018)

2.3 Bioremediasi

Bioremediasi merupakan proses pemanfaatan makhluk hidup terutama mikroorganisme, terutama adalah bakteri, jamur, atau tanaman. Mikroorganisme yang digunakan dapat berupa mikroorganisme indigenus yang berasal dari daerah yang terkontaminasi. Mikroorganisme yang kontak secara enzimatik terhadap polutan dapat efektif karena merubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya (Nugroho dan Rahayu, 2017). Bioremediasi dapat dimanfaatkan sebagai reaksi mikrobiologis, mikroba memiliki kemampuan untuk menguraikan pencemaran organik yang terurai dan konsentrasi pencemaran organik di dalam tanah, air, lumpur. Bioremediasi sangat baik untuk diaplikasikan karena dapat memusnahkan semua kontaminan organik serta tidak berdampak negatif bagi kesehatan makhluk hidup dan lingkungan (Ali, 2012).

Menurut Munir (2006), mikroba yang sering digunakan dalam proses bioremediasi adalah bakteri, jamur, khamir dan alga. Degradasi senyawa kimia oleh mikroba di lingkungan merupakan proses yang sangat penting untuk mengurangi kadar bahan-bahan berbahaya di lingkungan, yang berlangsung melalui suatu seri reaksi kimia yang cukup kompleks. Dalam proses degradasinya, mikroba menggunakan senyawa kimia tersebut untuk pertumbuhan dan reproduksinya melalui berbagai proses oksidasi. Bioremediasi

mengacu pada segala proses yang menggunakan mikroba atau enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba tersebut untuk membersihkan atau menetralkan bahan-bahan kimia dan limbah secara aman. Bioremediasi sepenuhnya menggunakan mikroba yang secara alami dapat hidup di tanah dan mikroba tersebut tidak membahayakan lingkungan. Proses bioremediasi mengembalikan tanah ke bentuk asalnya, sehingga aman untuk digunakan di berbagai jenis lingkungan (Chevron, 2012). Bioremediasi merupakan proses penguraian limbah organik atau anorganik polutan secara biologi dalam kondisi terkendali dengan tujuan mengontrol, mereduksi atau bahkan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan. Bioremediasi terjadi karena enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut, disebut biotransformasi (Suryani, 2011).

Menurut *Environmental Response Division* (1998), bioremediasi terbagi menjadi 2 :

1. Bioremediasi *In situ*

Bioremediasi *In situ* merupakan suatu teknologi bioremediasi yang dimana teknik tersebut dapat dilakukan secara langsung pada lokasi tanah yang tercemar tanpa membuang material yang terkena kontaminasi. Menurut Kumar *et al* (2011) bioremediasi *in situ* dibagi menjadi dua yaitu, bioremediasi intrinsik yang merupakan pendekatan dengan populasi mikroba alami untuk memberi mereka nutrisi dan oksigen sehingga dapat meningkatkan aktivitas metabolik mereka dan kedua adalah rekaya bioremediasi, yang melibatkan mikroorganisme tertentu ke dalam material yang terkontaminasi untuk mempercepat proses degradasi dengan meningkatkan kondisi fisikokimia untuk mendorong pertumbuhan mikroorganisme.

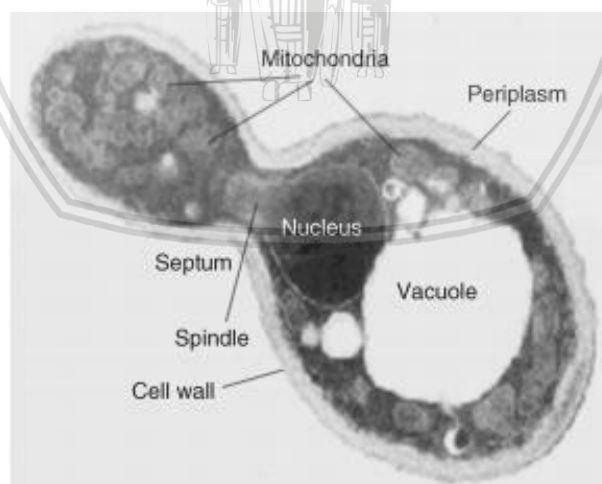
2. Bioremediasi *Ex situ*

Bioremediasi *ex situ* merupakan suatu teknologi bioremediasi yang membuang material yang sudah terkena kontaminasi dapat dilakukan dengan cara penggalian ataupun memindahkannya. Menurut Kumar *et al* (2011) ada beberapa teknik yang digunakan dalam bioremediasi *ex situ* seperti, penggunaan lahan pertanian, ini adalah teknik sederhana di mana tanah yang terkontaminasi digali dan disebar kemudian digarap sampai polutan terdegradasi, kemudian teknik pengomposan yang melibatkan penggabungan tanah yang

terkontaminasi dengan amendan organik yang tidak berbahaya seperti pupuk kandang atau limbah pertanian dan teknik biopil atau gabungan dari pertanian dan pengomposan lahan.

2.4 Khamir

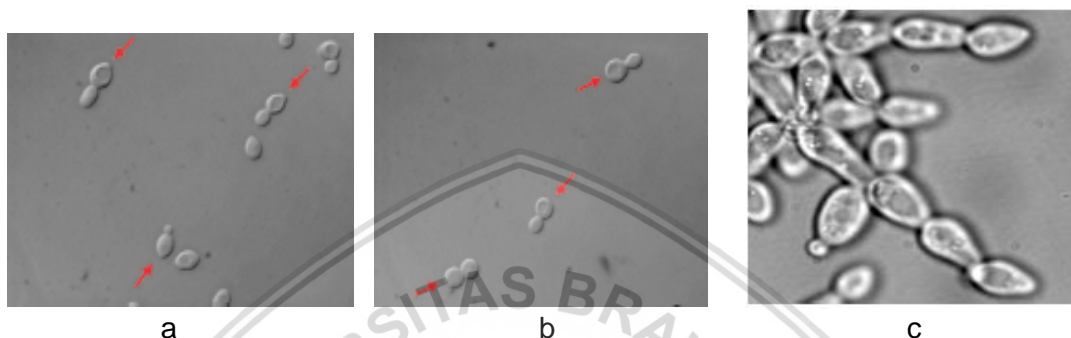
Khamir merupakan salah satu fungi bersel tunggal (uniseluler), dengan bentuk *spheroid* sampai *ovoid* dan kadang membentuk miselium semu (*pseudomicellium*). Sebagian besar *khamir* melakukan reproduksi secara asexual melalui pembentukan tunas (*budding*). Sebagai sel tunggal khamir dapat tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan kapang (*mould*) yang tumbuh dengan pembentukan filament dan dapat bertahan atau bersaing dengan mikroorganisme lain selain itu khamir dapat toleran terhadap beberapa logam berat (Satife *et al.*, 2011). Khamir kelompok fungi yang memiliki sel vegetatif uniseluler yang dapat membentuk miselium palsu (*pseudomiselium*) dan miselium sejati, misalnya pada khamir *Trichosporon* spp., sedangkan contoh khamir pseudomiselium adalah pada *Candida* spp., *Kluyveromyces* spp., dan *Pichia* spp. Khamir memiliki beberapa tipe reproduksi asexual yang disebut sebagai pertunasan (*budding*), atau konidiogenesis. Reproduksi asexual pada khamir adalah dengan pertunasan, pembelahan sel (*fission*) yang merupakan karakteristik dari genus *Schizosaccharomyces*, atau kononida pada tangkai yang pendek (*sterigmata*) (Gandjar *et al.*, 2006).



Gambar 2. Kenampakan sel khamir pada mikroskop (Wiley, 2012)

Khamir adalah jamur uniseluler yang memiliki karakteristik sel, askospora dan koloni. Karakteristik inilah yang biasanya digunakan untuk mengidentifikasi spesies khamir. Khamir memiliki penyebaran yang luas umumnya pada habitat yang alami contohnya pada tanaman dan bunga, tanah dan air asin. Reproduksi

khamir adalah dengan pertunasan salah satunya dari filum *Ascomycetes*, kelas *Hemiascomycetes*. Sel vegetatif khamir umumnya terbentuk dari pertunasan dengan ukuran sel haploid dan diploid bervariasi pada setiap strainnya. Biasanya sel diploid berukuran $5 \times 6 \mu\text{m}$ dan haploid berdiameter $4 \mu\text{m}$ spheroida. Sel haploid memiliki tunas yang tampak bersebelahan dengan yang sebelumnya (*radial budding*); sedangkan sel diploid memiliki tunas yang muncul di kutub yang berlawanan (*axial budding*) (Schneiter, 2004).



Gambar 3. Pola Pertunasan dan Morfologi sel diploid dan haploid (a). Diploid lemon- shape, axial budding (b) haploid, egg-shape-radial budding (c) Pseudohyphae (Schneiter, 2004).

Khamir dapat diidentifikasi dan ditandai dengan berbagai cara kriteria, yang dapat dilihat berdasarkan morfologinya (mis., pembelahan sel dan spora, atau dengan bentuk), fisiologinya (mis., dengan tes fermentasi gula), imunologi (mis., imunofluoresensi), dan biologi molekuler (mis., DNA ribosomal filogeni, DNA reasosiasi) (Walker, 2009).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dimulai pada bulan Januari sampai dengan bulan Juli 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), tabung reaksi, gelas ukur, bunsen, *autoclave*, jarum ose, botol media, kertas Wattman, mikroskop, *objek glass*, *cover glass*, cawan petri, panci, baskom, kompor listrik, timbangan analitik, pinset, labu *erlenmeyer*, pisau, pipet tetes, spatula, mikropipet, *rotary shaker*, blue tip, corong, penggaris, spidol, gunting, korek api, *L spreader* dan kamera.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah yang terkandung residu fungisida simoksanil, isolat patogen *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai, plastik tahan panas, aluminium foil, plastik *wrap*, tisu steril, kertas label, aquades, etanol C₂H₆O 70%, spirtus, NaOCL 1% kertas label, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB), dan media *Yeast Malt Agar* (YMA) dan fungisida berbahan aktif simoksanil.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada beberapa tahapan, yaitu sterilisasi alat, pembuatan media buatan padat dan cair, pengambilan sampel tanah, isolasi dan pemurnian khamir, isolasi jamur patogen pada media buatan, identifikasi khamir, pembuatan *stock culture* khamir, pembuatan larutan stock fungisida, uji adaptasi khamir terhadap fungisida simoksanil dan uji degradasi simoksanil oleh khamir secara *in vitro*.

Sterilisasi alat. Sterilisasi alat bertujuan agar peralatan yang digunakan tidak terkontaminasi oleh mikroorganisme yang tidak diinginkan selama penelitian. Alat-alat yang disterilisasikan terlebih dahulu adalah cawan petri, labu *erlenmeyer*, botol media, tabung reaksi dan alat-alat yang tahan panas lainnya. Sterilisasi alat dilakukan menggunakan *autoclave* pada temperatur 121°C dan dalam tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Untuk alat-alat yang tidak tahan dengan panas disterilisasikan menggunakan etanol C₂H₆O 70%,

Pembuatan Media Buatan Padat dan Cair. Media padat untuk pertumbuhan khamir yaitu media *Yeast Malt Agar* (YMA). Bahan-bahan yang digunakan adalah aquades 1000 ml, 3 gram *yeast extract*, 3 gram *malt extract*, 5

gram pepton, 10 gram glukosa, 20 gram agar, dan *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 g. Semua bahan dimasukkan ke dalam aquades, kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya media yang sudah jadi dituang ke dalam tabung erlenmeyer, lalu ditutup menggunakan aluminium foil dan plastik *wrap* untuk disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan temperatur 121°C dan dalam tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Media yang sudah disterilisasi dapat dituang pada cawan petri kemudian cawan petri ditutup dan dilapisi plastik *wrap*. Media yang sudah padat siap untuk diinokulasi khamir.

Media padat buatan yang digunakan untuk isolasi patogen adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA), 250 gram terdiri dari kentang, 20 gram agar, 20 gram dextrose, *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 gram dan 1000 ml aquades. Kentang yang sudah dikupas dan dicuci bersih dipotong dengan ukuran sekitar 1 cm. Kemudian ditambahkan dengan 1000 ml aquades, direbus hingga mendidih, kemudian disaring untuk mendapatkan sari kentang. Selanjutnya sari kentang ditambah dengan aquades hingga mencapai volume 1000 ml dan dimasak kembali hingga mendidih. Dextrose, agar, dan *chloramphenicol* ditambahkan setelah sari kentang mendidih. Media yang sudah homogen dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditutup menggunakan aluminium foil dan plastik *wrap*, lalu disterilisasi dengan *autoclave* dengan temperatur 121°C dan dalam tekanan 1,5 atm selama 120 menit. Media yang sudah disterilisasi dapat dituang pada cawan petri kemudian cawan petri ditutup dan dilapisi plastik *wrap*. Media yang sudah padat siap untuk diinokulasi oleh patogen.

Media cair buatan yang digunakan adalah media *Potato Dextrose Broth* (PDB) terdiri dari 250 gram kentang, 20 gram dextrose, *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 gram dan 1000 ml aquades. Kentang yang sudah dikupas dan dicuci bersih dipotong dengan ukuran sekitar 1 cm. Kemudian ditambahkan dengan 1000 ml aquades dan direbus hingga mendidih, kemudian disaring untuk mendapatkan sari kentang. Selanjutnya sari kentang ditambah dengan aquades hingga mencapai volume 1000 ml dan direbus kembali hingga mendidih. Dextrose dan *chloramphenicol* ditambahkan setelah sari kentang mendidih. Selanjutnya media dituang ke dalam erlenmeyer dan disterilkan menggunakan *autoclave* dengan temperatur 121°C dan dalam tekanan 1,5 atm selama 120 menit.

Pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan di desa Poncokusumo dari lahan tanaman mentimun dengan adanya penggunaan fungisida berbahan aktif simoksanil. Pengambilan sampel tanah dilakukan

dengan menggunakan cetok. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara komposit dari 5 titik secara acak, mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman 20 cm. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik bening.

Isolasi dan pemurnian Khamir. Sampel tanah yang diperoleh ditimbang seberat 10 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 100 ml aquades steril. Selanjutnya ditambahkan dengan fungisida simoksanil sebanyak 0,02 gram sesuai dengan konsentrasi yang dianjurkan. Kemudian larutan dihomogenkan di atas *rotary shaker* pada suhu ruang selama 24 jam. Pengenceran bertingkat dilakukan dengan cara mengambil 1 ml suspensi dari erlenmeyer berisi isolat, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi aquades steril sebanyak 9 ml dan diencerkan dengan seri pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Dari setiap seri pengenceran tersebut di ambil sebanyak 0,1 ml suspensi lalu ditanam pada media YMA dengan metode sebar (*spread plate*) menggunakan stik L. Kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama ± 3 hari dan diamati pertumbuhan koloni makroskopisnya dan dipindah pada media baru hingga diperoleh isolat murni yang seragam.

Isolasi Jamur Patogen. Jamur patogen digunakan sebagai parameter uji degradasi. Jamur patogen yang di gunakan yaitu jamur *Colletotrichum capsici* yang merupakan salah satu sasaran dari fungisida simoksanil. Jamur diisolasi dari buah cabai yang bergejala dan dicuci dengan air, lalu di potong dengan ukuran 1x1 cm dengan setengah sehat dan setengah bagian sakit. Kemudian direndam dengan NaOCL 1%, etanol C₂H₆O 70%, aquades steril sebanyak dua kali dan masing-masing direndam selama 1 menit. Selanjutnya ditiriskan dengan tisu steril dan ditanam pada media PDA secara aseptik. Inkubasi hingga koloni patogen tumbuh pada media.

Identifikasi Khamir. Identifikasi khamir dilakukan hingga tingkat genus dengan mengacu pada buku *The Yeast a Toxonomic Study* Kurtzman 2011). Identifikasi khamir ini dilakukan dengan pengamatan pada kenampakan makroskopis dan mikroskopi pada koloni tunggal. Identifikasi makroskopis dengan mengamati penampakan koloni khamir pada media padat berupa bentuk, warna, tekstur, tepian, permukaan dan elevasi koloni. Sebelum dilakukannya identifikasi secara mikroskopis, terlebih dahulu membuat preparat denan mengambil 1 tetes media PDB menggunakan pipet tetes dan diletakkan di permukaan *object glass*, kemudian mengambil khamir dengan menggunakan

jarum ose dan diletakkan di *object glass* yang terdapat media PDB dan ditutup dengan cover glass kemudian diinkubasi selama 3 hari. Pemberian PDB ini bertujuan agar pengamatan koloni khamir lebih jelas ketika diamati. Pengamatan secara mikroskopis meliputi bentuk dan ukuran sel, pertunasan, tipe pertunasan, dan tipe sel. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan perbesaran 400 kali (Widiastutik dan Alami, 2013)..

Pembuatan stock culture Khamir. Khamir yang telah teridentifikasi diambil sebanyak 1 ose dan ditambahkan ke dalam 100 ml media PDB, lalu diletakkan pada *rotary shaker* hingga 3 hari guna memperbanyak sel-sel pada khamir. *Stock culture* ini digunakan untuk uji adaptasi dan uji degradasi simoksaniil.

Pembuatan larutan stock fungisida. Pembuatan larutan stock fungisida bertujuan untuk mempermudah pengaplikasian fungisida pada uji adaptasi dan uji degradasi secara *in vitro*. Pembuatan larutan stock fungisida menggunakan fungisida sebanyak 10 g (50 kali konsentrasi anjuran) kemudian, fungisida ditambahkan ke dalam 100 ml aquades steril.

Uji adaptasi khamir terhadap fungisida simoksaniil. Uji adaptasi khamir terhadap fungisida yang berbahan aktif simoksaniil memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan adaptasi khamir-khamir yang didapatkan dari hasil eksplorasi terhadap kondisi media tumbuh yang telah diracuni berbagai konsentrasi fungisida simoksaniil. Isolat khamir yang telah teridentifikasi dimurnikan hingga didapatkan koloni tunggalnya kemudian diuji daya adaptasinya terhadap fungisida simoksaniil menggunakan media umpan beracun, yang terdiri dari larutan stok fungisida dengan volume fungisida 0,2,4,6,8,10 ml dan ditambah dengan media PDA hingga mencapai volume 100 ml lalu media uji tersebut di *plating* pada cawan petri. Selanjutnya khamir diambil menggunakan jarum ose pada *stock culture* khamir dan ditanam dengan metode *streak* pada masing-masing media kemudian dihitung panjang koloninya pada 3 Hsi.

Tabel 2. Komposisi media umpan beracun pada uji adaptasi

Perlakuan	Media PDA (ml) + larutan stok fungisida (ml)
Kontrol	100 + 0
2*	98 + 2
4*	96 + 4
6*	94 + 6
8*	92 + 8
10*	90 + 10

Rancangan yang digunakan pada uji ini adalah Rancangan Acak Lengkap, dengan perlakuan berbagai konsentrasi fungisida yang masing-masing khamir diulang sebanyak 3 kali sehingga mendapatkan 234 satuan percobaan.

Uji Degradasi Simoksanil Oleh Khamir Secara *In Vitro*. Sebelum dilakukannya Uji degradasi secara *in vitro* dengan patogen, yang dilakukan adalah dengan menambahkan 1 ml larutan stok fungisida ke dalam 100 ml media PDB, kemudian menambahkan 1 ml suspensi masing-masing khamir dari *stock culture* dan diinkubasi selama 10 hari. Selanjutnya di *autoclave* untuk mematikan sel-sel khamir. Kertas saring Wattman steril dengan ukuran diameter 0,5 cm di rendam ke dalam larutan fungisida tersebut dan didiamkan selama 1 menit. Kertas ditiriskan dengan tisu steril. Uji degradasi dilakukan dengan memodifikasi metode biakan ganda dengan cara meletakkan miselium *C. capsici* di tengah cawan petri yang berisi media PDA. Kemudian meletakkan kertas Wattman pada jarak kurang lebih 3 cm di sisi kanan dan kiri jamur *C. Capsici*. Diinkubasi selama 7 hari dan diamati dengan cara mengukur diameter jamur *C. capsici*. Uji degradasi ini menggunakan 2 kontrol, yaitu kontrol positif dengan media PDB sebanyak 100 ml yang ditambahkan dengan stok fungisida tanpa adanya penambahan khamir dan kontrol negatif dengan pemberian media PDB tanpa penambahan fungisida ataupun khamir. Parameter pengamatan untuk uji degradasi secara *in vitro* ini adalah diameter pertumbuhan *C. Capsici*. Semakin besar penurunan toksisitas fungisida simoksanil maka diameter pertumbuhan dari *C. Capsici* juga semakin besar pula. Sebaliknya, jika semakin kecil penurunan toksisitas maka diameter pertumbuhan *C. Capsici* semakin kecil. Rancangan yang digunakan pada uji ini adalah rancangan acak lengkap yang di ulang sebanyak 3 kali.

3.4 Analisi Data

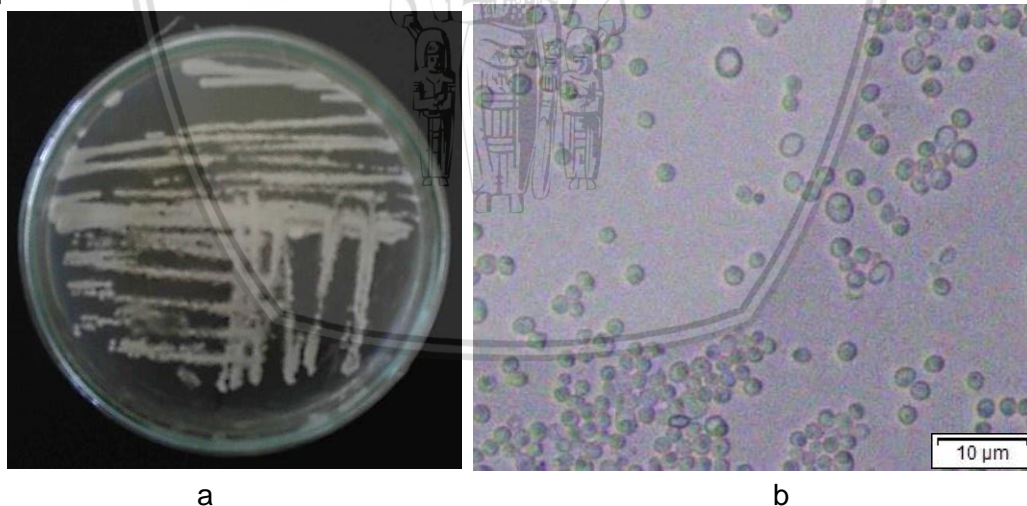
Data hasil penelitian pada uji degradasi dan uji adaptasi khamir disusun secara kualitatif. Data tersebut diolah menggunakan analisis ragam dan apabila terdapat perlakuan yang perbedaan nyata, maka akan dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan (DMRT) pada taraf kesalahan 5%. Analisis data menggunakan *Microsoft excel* 2010 dan aplikasi SPSS 21.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Khamir

Dari hasil isolasi didapatkan 13 isolat khamir. Hasil isolat tersebut kemudian diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Dari hasil identifikasi, khamir yang didapatkan adalah *Pichia* sp. (1), *Pichia* sp. (2), *Saccharomyces* sp. (1), *Candida* sp. (1), *Debaryomyces* sp., *Issatchenkia* sp., *Candida* sp. (2), *Candida* sp. (3), *Pichia* sp. (3), *Saccharomyces* sp. (2), *Candida* sp. (4), *Schizosaccharomyces* sp., dan *Pichia* sp. (4). Berikut hasil identifikasi genus khamir secara makroskopis dan mikroskopis.

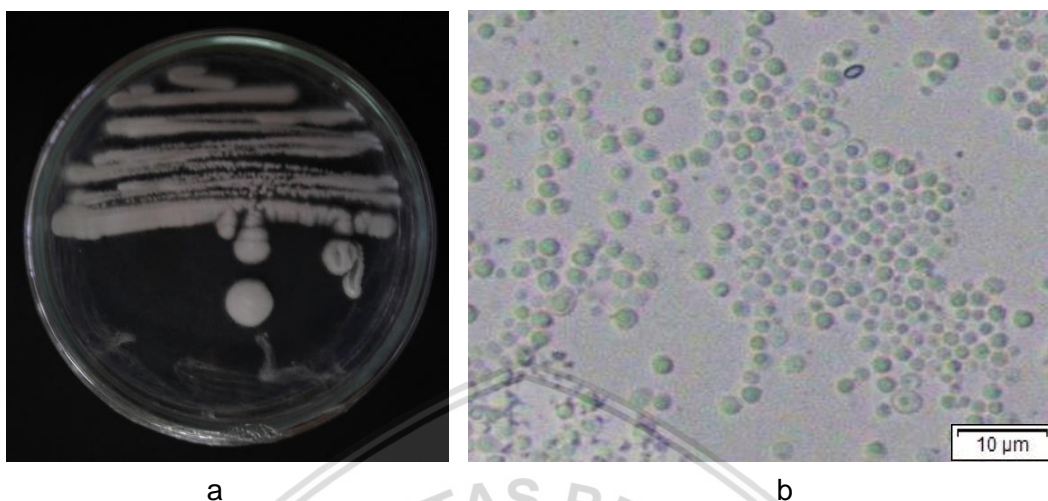
***Pichia* sp (isolat 1).** Koloni khamir berwarna putih, bertekstur butiran, elevasi cembung, memiliki tepian yang rata dan permukaan yang mengkilap. Secara mikroskopis memiliki bentuk sel yang ovoid atau bulat telur dengan ukuran sel yang berkisar 2-3 μm dan memiliki tipe pertunasan multilateral (Gambar 4). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa setelah 3 HSI koloni *Pichia* sp.(1) memiliki bentuk sel yang bulat seperti telur dengan ukuran sel 2-5 μm , tipe pertunasan sel multilateral dan tumbuh secara tunggal ataupun berpasangan, permukaan yang mengkilap dan berwarna krem sampai dengan putih.



Gambar 4. a. Koloni khamir *Pichia* sp. (1) pada media PDA, b. Morfologi sel *Pichia* sp.(1)

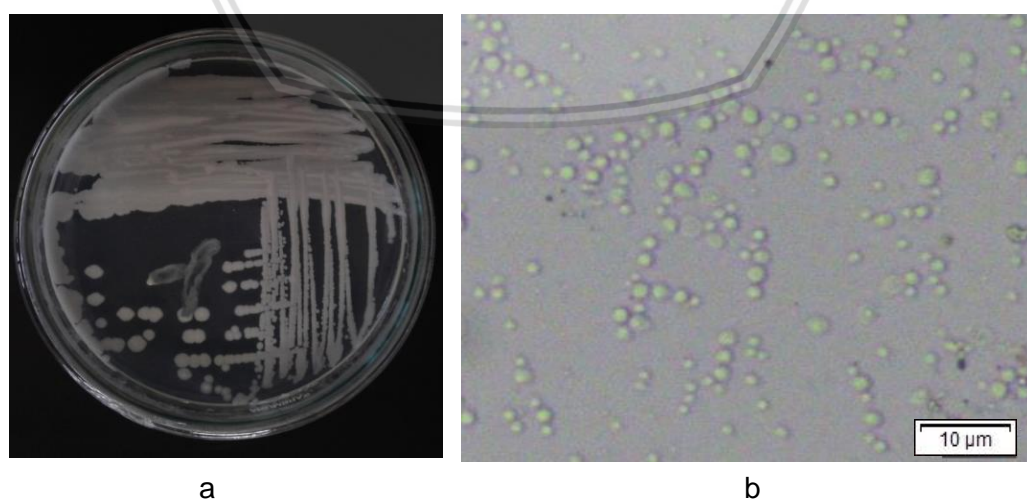
***Pichia* sp (isolat 2).** Koloni khamir berwarna putih, bertekstur butiran, elevasi cembung, memiliki tepian yang rata dan permukaan yang tidak mengkilap. Secara mikroskopis sel memiliki bentuk ovoid atau bulat telur dengan ukuran sel yang berkisar antara 2-4 μm , memiliki tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa (Gambar 5). Kurtzman dan Fell (1998)

mendeskripsikan bahwa koloni *Pichia* sp.(2) berwarna putih hingga putih kusam, memiliki bentuk oval, bulat hingga memanjang dan berukuran 1-5 μ , tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa.



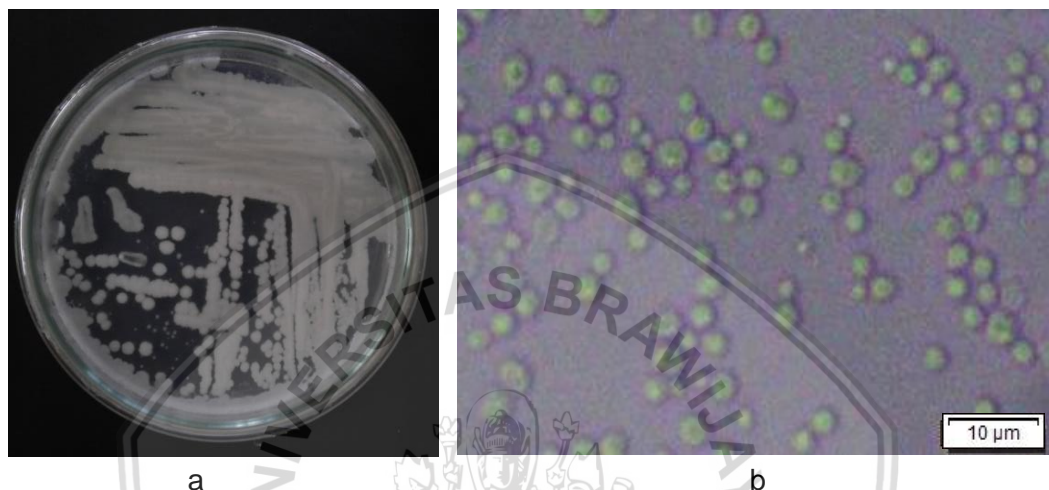
Gambar 5. a. Koloni khamir *Pichia* sp.(2) pada media PDA, b. Morfologi sel *Pichia* sp. (2)

***Saccharomyces* sp (isolat 1).** Koloni khamir berwarna putih krem, memiliki elevasi rata, permukaan yang tidak mengkilap, terlihat kasar dan memiliki tekstur yang butiran. Secara mikroskopis sel memiliki bentuk bulat dengan tipe pertunasan multilateral dan memiliki ukuran 2-3 μ m (Gambar 6). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni *Saccharomyces* sp.(1) memiliki warna krem, permukaan yang terlihat halus, sel-sel dengan bentuk bulat atau silindris, tepian koloni yang bergelombang, memiliki ukuran sel berkisar 3-11 μ m dengan tipe pertunasan multilateral



Gambar 6. a. Koloni khamir *Saccharomyces* sp. (1) pada media PDA, b. Morfologi sel *Saccharomyces* sp.(1)

***Candida* sp (isolat 1).** Koloni khamir berwarna putih, memiliki elevasi yang sedikit cembung, memiliki tekstur butiran, tepi koloni rata dan permukaan koloni yang mengkilap. Secara mikroskopis sel berbentuk bulat oval, dengan tipe pertunasan multilateral dan memiliki ukuran 3-4 μm (Gambar 7). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni *Candida* sp.(1) berwarna putih, permukaan yang mengkilap dengan bentuk sel ovoidal bersel tunggal atau berpasangan dan memiliki ukuran 3-10 μm .



Gambar 7. a.Koloni khamir *Candida* sp. (1) pada media PDA, b.Morfologi sel *Candida* sp. (1)

***Debaryomyces* sp.** Koloni khamir berwarna putih kusam, memiliki tekstur butiran, memiliki tepi koloni yang rata, elevasi timbul dan permukaan agak mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk bulat, memiliki ukuran 2-5 μm , serta sel tunggal atau berkelompok (Gambar 8). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan koloni *Debaryomyces* sp. memiliki warna putih hingga putih kusam, tekstur butiran, halus, dan agak mengkilap. Sel berbentuk bulat telur, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2-7 μm , dan memiliki tipe pertunasan multilateral.

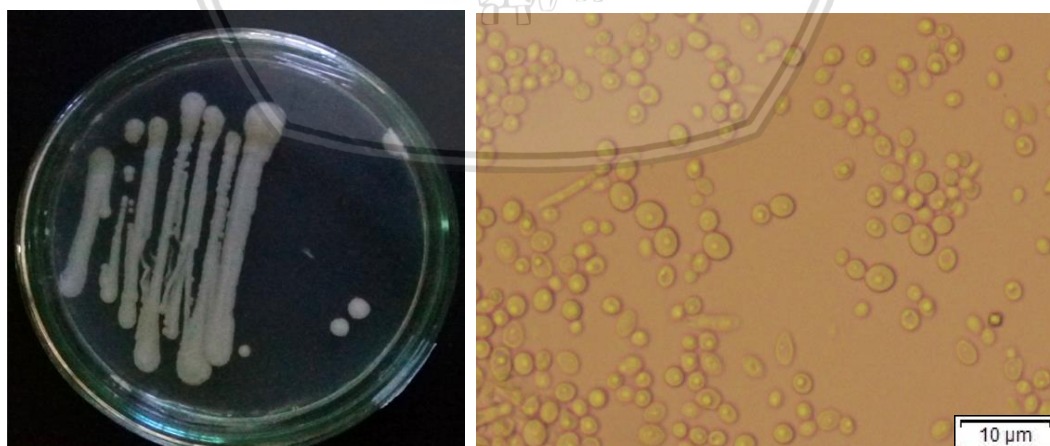


a

b

Gambar 8. a.Koloni khamir *Debaryomyces* sp. pada media PDA, b.Morfologi sel *Debaryomyces* sp.

***Issatchenkia* sp.** Koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul, dan permukaan mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk bulat memanjang, sel tunggal atau berkelompok, dengan ukuran sel 2-5 μm (Gambar 9). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan koloni *Issatchenkia* sp memiliki warna putih hingga putih kusam, dengan elevasi timbul, serta memiliki tekstur butiran, halus dan mengkilap. Sel khamir secara mikroskopis berbentuk bulat atau memanjang, sel tunggal atau berpasangan, berukuran 2-9 μm , dan memiliki tipe pertunasan multilateral.



a

b

Gambar 9. a.Koloni khamir *Issatchenkia* sp. pada media PDA, b.Morfologi sel *Issatchenkia* sp.

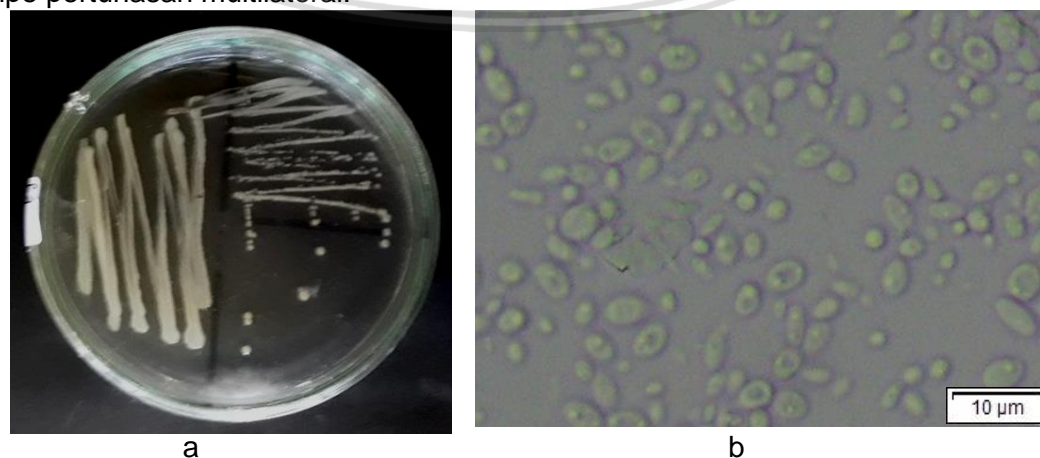
***Candida* sp (isolat 2).** Koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur butiran, dengan tepi koloni yang rata dan elevasi rata, serta permukaan yang

agak mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk bulat, sel tunggal atau berkelompok, dan memiliki ukuran sel berkisaran sampai 2-4 μm (Gambar 10). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan *Candida* sp. (2) berwarna putih, putih kusam, atau krem, dengan tekstur butiran dan bergerigi. Memiliki sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2-4,5 μm , dengan tipe pertunasan multilateral.



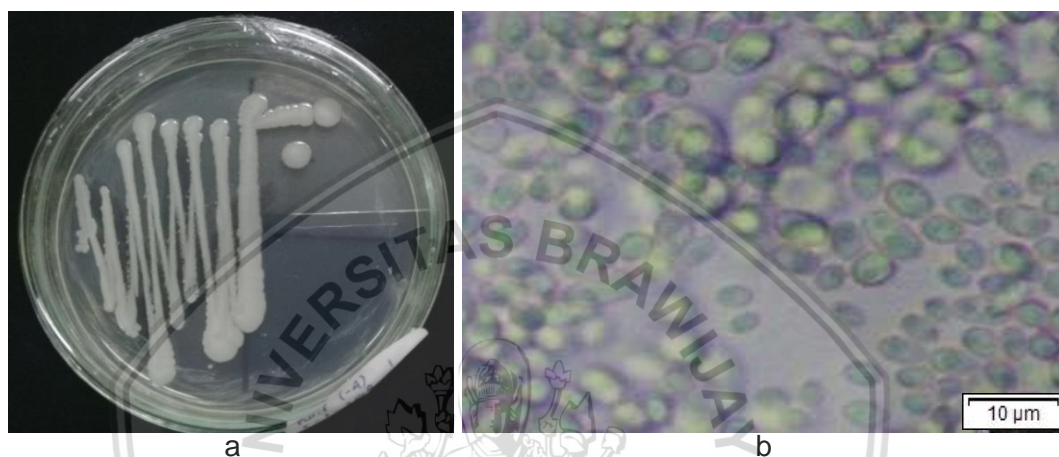
Gambar 10. a. Koloni khamir *Candida* sp. (2) pada media PDA, b. Morfologi sel *Candida* sp. (2)

***Candida* sp (isolat 3).** Koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur butiran, dengan tepi koloni dan elevasi yang rata serta permukaan agak mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk lonjong, sel tunggal atau berkelompok, dan ukuran sel berkisaran sampai 2-5 μm (Gambar 11). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan koloni *Candida* sp. (3) berwarna putih atau krem, tekstur butiran, halus, dan mengkilap. Sel berbentuk bulat atau silindris, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2-4,3 μm , dan tipe pertunasan multilateral.



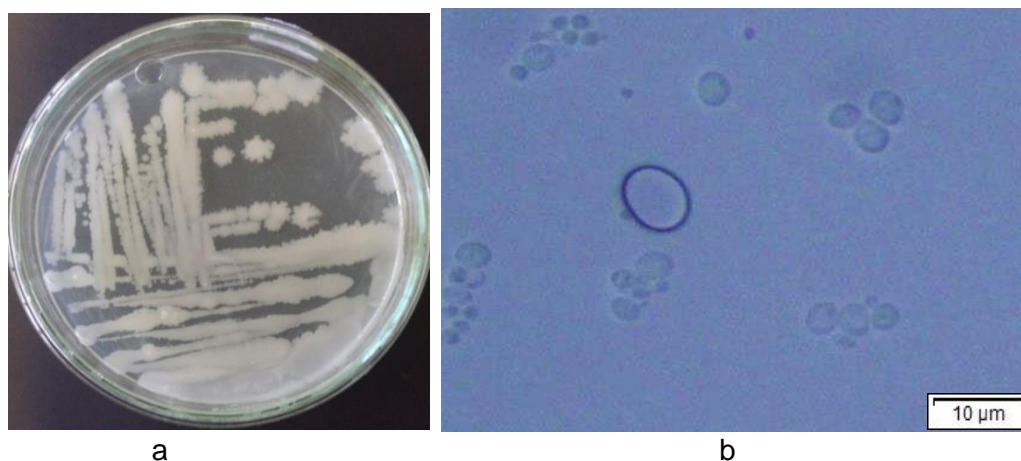
Gambar 11. a. Koloni khamir *Candida* sp.(3) pada media PDA, b. Morfologi sel *Candida* sp.(3)

***Pichia* sp (isolat 3).** Koloni khamir berwarna putih, memiliki tekstur butiran, dengan tepi koloni rata dan elevasi timbul, serta permukaan yang mengkilap. Secara mikroskopis sel memiliki bentuk agak lonjong, sel yang tunggal atau berkelompok, dan ukuran sel berkisaran sampai 2-5 μm (Gambar 12). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan koloni *Pichia* sp. (3) berwarna putih hingga putih kusam, tekstur butiran, halus, dan mengkilap. Sel berbentuk silindris, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2-5,8 μm , dan tipe pertunasan multilateral.



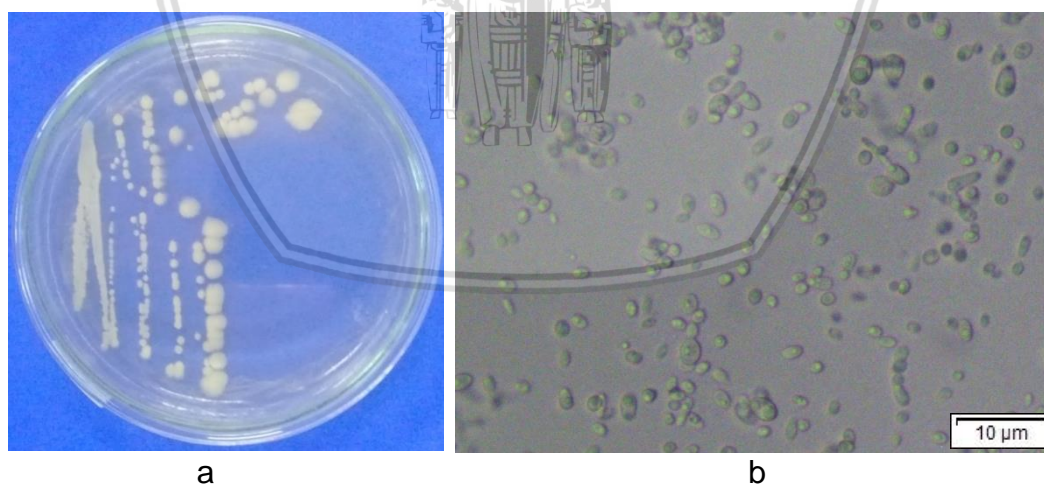
Gambar 12. a.Koloni khamir *Pichia* sp.(3) pada media PDA, b.Morfologi sel *Pichia* sp.(3)

***Saccharomyces* sp (isolat 2).** Koloni khamir berwarna putih kusam, memiliki tekstur butiran, dengan tepi koloni bergelombang dan elevasi timbul, serta permukaan agak mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk oval, sel tunggal atau berkelompok, dengan ukuran 3-5 μm , dengan tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa (Gambar 13). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni *Saccharomyces* sp. pada suhu 25°C berwarna krem muda, tekstur butiran, halus, dan permukaan mengkilap. Bentuk sel bulat, *ovoidal* atau agak oval dengan ukuran 3-8 μm dan dapat membentuk pseudohifa.



Gambar 13. a.Koloni Khamir *Saccharomyces* sp. (2) pada media PDA, b. Morfologi sel *Saccharomyces* sp. (2)

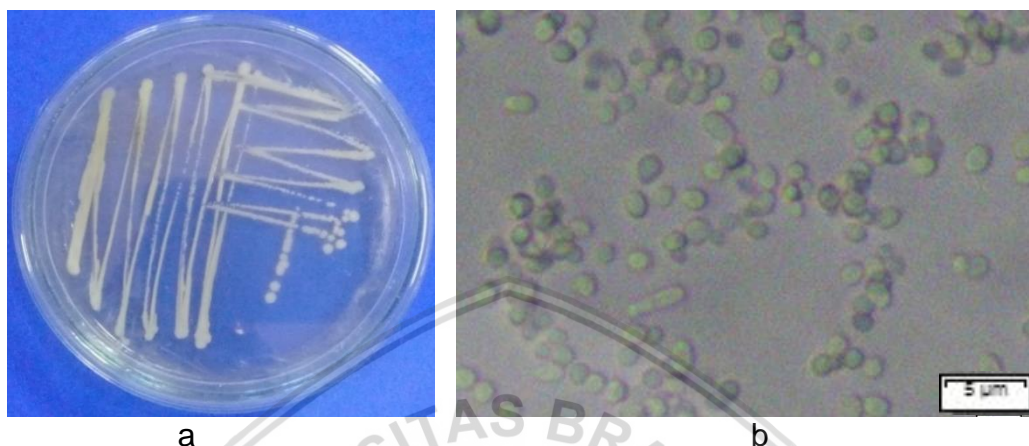
***Candida* sp. (isolat 4).** Koloni khamir berwarna putih, dengan tekstur butiran, dan tepi koloni yang bergelombang, elevasi timbul, serta permukaan agak mengkilap. Secara mikroskopis sel berbentuk oval, sel tunggal atau berkelompok dengan ukuran berkisar 4-6 µm, tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa (Gambar 14). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni *Candida* sp. (isolat 5) pada suhu 25°C berwarna putih hingga putih kusam, tekstur butiran, agak bergerigi, dan permukaan mengkilap. Bentuk sel bulat, *ovoidal* atau agak oval, sel tunggal atau berpasangan dengan ukuran 2,5-4,5 µm dan tipe pertunasan multilateral.



Gambar 14. a.Koloni khamir *Candida* sp. (4) pada media PDA, b.Morfologi sel *Candida* sp. (4)

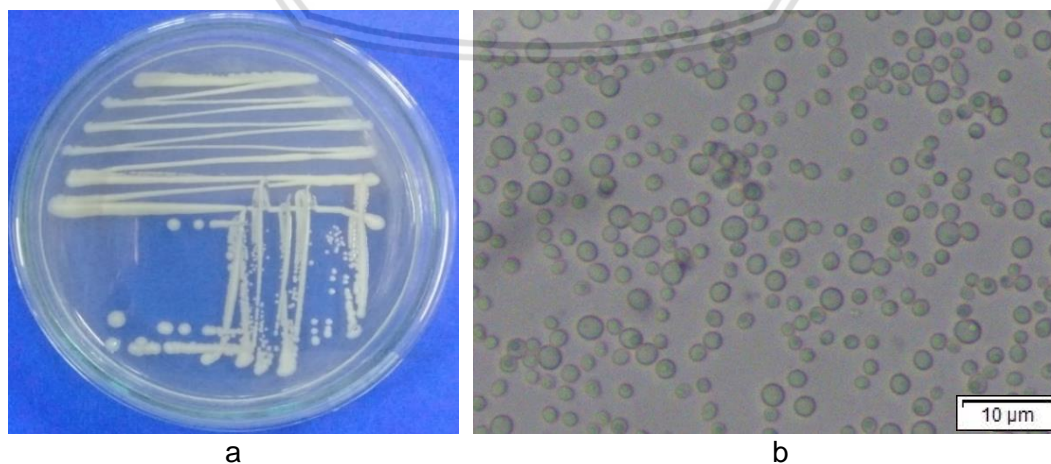
***Schizosaccaromyces* sp.** Koloni khamir berwarna krem kusam, dengan tekstur butiran, tepi koloni rata dan elevasi yang timbul, dan permukaan agak mengkilap. Secara mikroskopis sel khamir berbentuk bulat hingga oval, sel tunggal atau berkelompok, berukuran 2,45-4,65 µm, tipe pertunasan multilateral (Gambar 15). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni

Schizosaccharomyces sp. pada suhu 25°C berwarna kecoklatan, krem, tekstur butiran, tepi utuh atau bergerigi, dan permukaan mengkilap. Bentuk sel bulat, oval atau silindris dengan ukuran 3-5 μm dengan sel tunggal atau kelompok kecil.



Gambar 15. a. Koloni khamir *Schizosaccharomyces* sp. pada media PDA, b. Morfologi sel *Schizosaccharomyces* sp.

***Pichia* sp. (isolat 4).** Koloni berwarna putih, dengan tekstur butiran, memiliki tepian koloni yang rata dan elevasi timbul serta permukaan mengkilap. Secara mikroskopis sel berbentuk bulat, sel tunggal atau berkelompok kecil, dan ukuran sel berkisar 2,58-4 μm (Gambar 16). Kutzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa pertumbuhan koloni *Pichia* sp. berwarna putih hingga putih kusam, tekstur butiran, halus, dan mengkilap. Sel berbentuk silindris atau ovoidal, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2,3-4,8 μm , dan tipe pertunasan multilateral serta dapat membentuk pseudohifa.



Gambar 16. a. Koloni Khamir *Pichia* sp. (4) pada media PDA, b. Morfologi sel *Pichia* sp. (4)

4.2 Uji Adaptasi Khamir Terhadap Fungisida Simoksaniil

Uji adaptasi dilakukan oleh beberapa khamir yang telah ditemukan dari hasil isolasi dan beberapa khamir yang akan di uji. Uji adaptasi dilakukan menggunakan media PDA yang telah diracuni oleh fungisida berbahan aktif simoksaniil dengan konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, 10 kali konsentrasi anjuran. Khamir yang dapat tumbuh dan beradaptasi hingga konsentrasi 10 merupakan khamir yang mampu beradaptasi dengan baik dan dapat berpotensi sebagai pendegradasi residu fungisida. Mikroorganisme termasuk jamur memiliki kemampuan tersendiri untuk mempertahankan diri dari keadaan yang buruk dan penggunaan pestisida yang berulang-ulang (Sumardiyono, 2008). Hasil rerata panjang koloni khamir pada uji adaptasi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Hasil eksplorasi dan rerata panjang koloni khamir (cm) pada berbagai konsentrasi fungisida simoksaniil

Khamir	Konsentrasi Fungisida Simoksaniil					
	0*	2*	4*	6*	8*	10*
<i>Pichia</i> sp. (1)	9,00 b	8,10 b	7,10 b	7,10 b	2,67 a	0,70 a
<i>Pichia</i> sp. (2)	9,00 b	7,33 b	6,77 b	7,17 b	5,83 ab	2,43 a
<i>Saccharomyces</i> sp.(1)	9,00 b	6,37 ab	7,33 ab	8,17 ab	6,47 ab	3,87 a
<i>Candida</i> sp. (1)	9,00 c	8,10 bc	5,40 ab	7,50 bc	4,93 ab	4,00 a
<i>Debaryomyces</i> sp.	9,00 c	6,40 c	5,50 bc	5,47 bc	2,17 ab	0,00 a
<i>Issatchenkia</i> sp.	9,00 b	7,47 b	6,93 b	3,27 a	2,07 a	3,17 a
<i>Candida</i> sp. (2)	9,00 b	8,07 b	2,67 a	3,97 a	0,67 a	0,10 a
<i>Candida</i> sp. (3)	9,00 d	6,00 cd	1,93 ab	3,53 bc	0,27 a	0,00 a
<i>Pichia</i> sp. (3)	9,00 b	6,53 b	2,33 a	1,00 a	0,90 a	0,00 a
<i>Saccharomyces</i> sp.(2)	9,00 b	6,57 ab	8,60 b	6,20 ab	2,33 a	3,13 a
<i>Candida</i> sp. (4)	9,00 d	7,40 cd	4,57 bc	3,50 ab	2,17 ab	0,53 a
<i>Schizosaccaromyces</i> sp.	9,00 c	8,37 c	7,23 bc	3,43 a	5,63 ab	3,80 ab
<i>Pichia</i> sp. (4)	9,00 c	5,83 bc	4,77 abc	3,93 ab	2,33 ab	0,23 a

Keterangan: *Kali konsentrasi anjuran produk fungisida. Angka-angka disertai huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada DMRT 5%

Pemberian fungisida dengan berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan suatu khamir, semakin meningkat suatu konsentrasi fungisida, semakin berkurang pula kemampuan suatu khamir untuk bertumbuh.

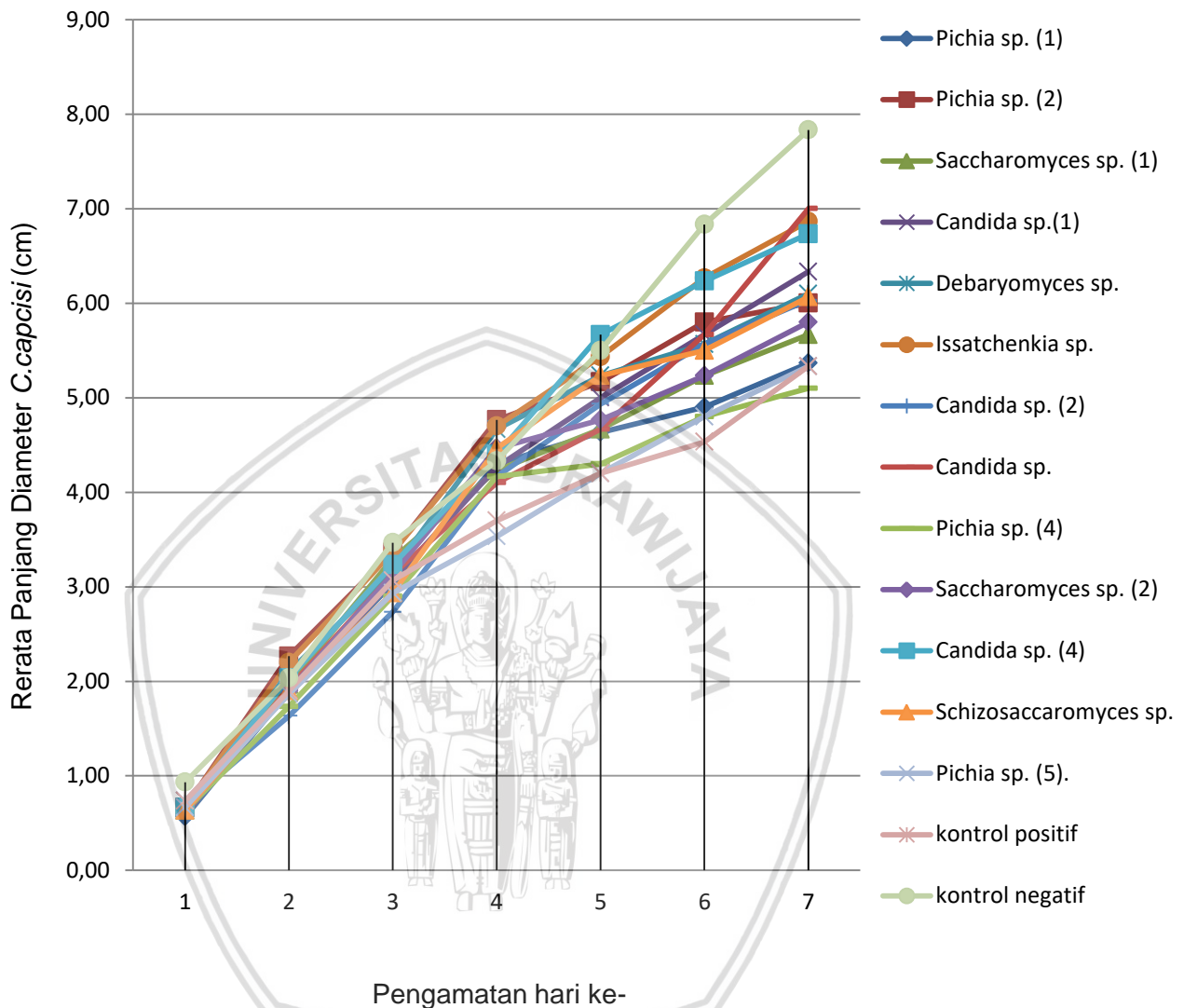
Dari data hasil uji adaptasi dapat dilihat bahwa 9 jenis khamir dapat tumbuh hingga konsentrasi 10 kali, walaupun pada konsentrasi yang semakin tinggi rerata panjang koloni semakin pendek atau kemampuan suatu khamir untuk bertumbuh semakin berkurang. *Candida* sp. (isolat 1) merupakan khamir yang memiliki rerata paling tinggi hingga konsentrasi 10 kali yaitu 4,00 cm sedangkan khamir dengan genus *Debaryomyces* sp., *Candida* sp. (isolat 3), dan *Pichia* sp. (isolat 3) hanya mampu bertumbuh pada konsentrasi 8 kali. Dari 13 khamir yang diuji dapat dilihat bahwa khamir-khamir tersebut mampu untuk beradaptasi terhadap fungisida simoksanil, meskipun pada tingkat konsentrasi fungisida semakin tinggi panjang koloni semakin berkurang bahkan tidak mampu untuk beradaptasi. Menurut Slavikova dan Vadkertiova (2003), penggunaan fungisida memiliki efek untuk menghambat organisme seperti khamir pada tanah- tanah pertanian, fungisida dengan zat efektif prochloraz dapat menghambat pertumbuhan strain khamir.

Kalia dan Gosal (2011) juga menjelaskan bahwa jamur tanah memiliki kemampuan yang baik untuk menolak fungisida yang diaplikasikan pada tanah, akan tetapi penggunaan fungisida tersebut dapat mengurangi jumlah dan jenis jamur di dalam tanah. Setiap mikro organisme memiliki respon yang berbeda-beda terhadap pemberian bahan kimia seperti pestisida yang akan berpengaruh pada jumlah populasi mereka di dalam tanah. Bakteri dan fungi dapat berinteraksi langsung dengan residu fungisida yang telah masuk kedalam tanah, hal ini akan mengakibatkan adanya gangguan terhadap populasi mereka. Populasi bakteri dan fungi akan terhambat bahkan mati seiring meningkatnya residu pestisida di dalam tanah, yang akan menurunkan tingkat populasi, tetapi beberapa mikroba dapat melakukan proliferasi karena dapat memanfaatkannya sebagai sumber karbon (Sulistinah *et al.*, 2011).

4.3 Uji Degradasi Simoksanil oleh Khamir secara *In Vitro*

Hasil uji degradasi khamir oleh fungisida berbahan aktif Simoksanil menunjukkan adanya perbedaannya yang nyata dari pengaruh perlakuan dalam mendegradasi fungisida simoksanil secara *in vitro*. Pengujian degradasi fungisida simoksanil dilakukan oleh 13 isolat khamir. Hasil pengamatan yang dilakukan selama 7 hari menunjukkan adanya perbedaan rerata panjang diameter jamur patogen *Colletotrichum capsici*. Perlakuan yang digunakan adalah kontrol negatif tanpa penambahan fungisida dengan isolat khamir, kontrol positif dengan penambahan fungisida dan tanpa penambahan isolat khamir dan perlakuan

isolat khamir dengan penambahan fungisida yang harapannya akan mampu mendegradasi fungisida tersebut.



Gambar 17. Rerata panjang diameter koloni *C. capcisi* dalam 7 hari

Pada hasil pengamatan degradasi yang dilakukan selama 7 hari menunjukkan bahwa adanya perbedaan rerata diameter pada setiap hari pengamatan. Dapat dilihat pada grafik (Gambar 17) bahwa setiap harinya 13 isolat khamir memiliki kemampuan mendegradasi yang berbeda-beda. Sugoro dan Pikoli (2006) menjelaskan bahwa pertumbuhan khamir dapat berbeda-beda dalam waktu yang sama. Dalam 18 jam pertumbuhan isolat khamir mutan R110 dapat lebih tinggi pada awal pertumbuhan dibandingkan dengan isolat khamir R1. Kemampuan mendegradasi isolat khamir semakin meningkat dari awal hingga akhir pengamatan, hal ini dapat dilihat dari rerata panjang

diameter khamir yang diamati. Khamir memiliki proses yang disebut *ontogeni* yaitu perkembangan sel muda yang berbeda bentuknya dengan perkembangan sel tua meskipun dalam kultur yang sama, hal ini karena adanya pengaruh perbedaan umur dan kondisi lingkungan selama masa pertumbuhan (Waluyo, 2007).

Tabel 4. Hasil eksplorasi dan uji potensi khamir sebagai agens pendegradasi fungisida simoksanil

Perlakuan	Rerata diameter pada pengamatan hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pichia</i> sp. (1)	0,57 a	1,90 a	3,03 a	4,30 abc	4,63 ab	4,90 ab	5,37 a
<i>Pichia</i> sp. (2)	0,67 ab	2,27 a	3,37 a	4,77 c	5,17 bcd	5,80 bcd	6,00 ab
<i>Saccharomyces</i> sp. (1)	0,63 ab	1,97 a	3,30 a	4,23 abc	4,67 ab	5,23 abc	5,67 a
<i>Candida</i> sp. (1)	0,73 b	1,87 a	3,07 a	4,27 abc	5,00 abcd	5,67 abc	6,33 ab
<i>Debaryomyces</i> sp.	0,63 ab	2,10 a	3,17 a	4,67 c	5,23 bcd	5,57 abc	6,10 ab
<i>Issatchenkia</i> sp.	0,67 ab	2,20 a	3,37 a	4,70 c	5,43 bcd	6,27 cd	6,87 ab
<i>Candida</i> sp. (2)	0,70 ab	1,63 a	2,73 a	4,17 abc	4,93 abcd	5,57abc	6,03 ab
<i>Candida</i> sp. (3)	0,60 ab	1,93 a	3,13 a	4,10 abc	4,67 ab	5,67 abc	7,00 ab
<i>Pichia</i> sp. (3)	0,63 ab	1,73 a	2,90 a	4,17 abc	4,30 a	4,80 ab	5,10 a
<i>Saccharomyces</i> sp. (2)	0,63 ab	1,90 a	3,13 a	4,47 bc	4,77 abc	5,23 abc	5,80 a
<i>Candida</i> sp. (4)	0,67 ab	2,03 a	3,23 a	4,40 bc	5,67 d	6,23 cd	6,73 ab
<i>Schizosaccaromyces</i> sp.	0,63 ab	1,90 a	2,93 a	4,47 bc	5,23 bcd	5,50 abc	6,07 ab
<i>Pichia</i> sp. (4)	0,67 ab	1,87 a	2,93 a	3,53 a	4,20 a	4,80 ab	5,33 a
Kontrol Positif	0,73 b	1,90 a	3,07 a	3,70 ab	4,20 a	4,53 a	5,33 a
Kontrol Negatif	0,93 c	2,03 a	3,47 a	4,33 abc	5,50 cd	6,83 d	7,83 b

Keterangan: Angka-angka disertai huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata pada DMRT 5%

Pada uji degradasi, khamir dikatakan berhasil dalam mendegradasi fungisida secara nyata dapat diketahui dari rerata pertumbuhan diameter patogen *C.capcisi*. Pada perlakuan kontrol negatif rerata diameter patogen lebih besar, sedangkan pada kontrol positif rerata panjang diameter patogen lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan isolat khamir. Hasil pengamatan yang dilakukan selama 7 hari terhadap uji degradasi fungisida

menunjukkan bahwa, tidak semua isolat khamir mampu menunjukkan kemampuannya untuk mendegradasi fungisida secara nyata.

Pada pengamatan hari ke-1 hasil diameter patogen *C.capsisi* pada kontrol negatif lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lain, yaitu sebesar 0,93 cm hal ini disebabkan tidak adanya penghambat fungisida yang diberikan. Pada perlakuan menggunakan isolat khamir, diduga bahwa *Candida* sp. (1) memiliki kemampuan mendegradasi yang paling baik, karena hasil rerata diameter *C.capsisi* sebesar 0,73 cm, namun tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap kontrol positif. Sedangkan *Pichia* sp. (1) merupakan khamir yang memiliki rerata diameter patogen *C.capsisi* paling rendah sebesar 0,57 cm sehingga memiliki perbedaan yang nyata terhadap kontrol positif. Pada pengamatan hari ke-2 dan hari ke-3 diameter patogen *C.capsisi* bertambah, akan tetapi tidak adanya perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan baik kontrol maupun perlakuan menggunakan isolat khamir.

Pada pengamatan hari ke-4 *Pichia* sp. (2) memiliki rerata diameter patogen *C.capsisi* paling tinggi sebesar 4,77 cm, dan tidak berbeda nyata dengan *Debaryomyces* sp. dan *Issatchenkia* sp. Sedangkan *Pichia* sp. (4) memiliki rerata diameter patogen *C.capsisi* paling rendah sebesar 3,53 cm. Pada pengamatan hari ke-5 hasil rerata diameter patogen *C.capsisi* *Candida* sp. (4) lebih besar sebesar 5,67 cm dan berbeda nyata dengan kontrol positif. Hal ini dapat diduga bahwa *Candida* sp. (4) memiliki kemampuan mendegradasi fungisida dengan baik. Sedangkan *Pichia* sp. (4) memiliki rerata yang paling rendah sebesar 4,20 dan tidak berbeda nyata dengan *Pichia* sp. (3) dan kontrol positif.

Pengamatan hari ke-6 rerata diameter patogen *C.capsisi* pada kontrol negatif lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lain, yaitu sebesar 6,83 cm. Pada perlakuan yang menggunakan isolat khamir, diduga bahwa *Issatchenkia* sp. memiliki kemampuan yang baik untuk mendegradasi fungisida simoksanil. Hal ini dapat dilihat dari rerata diameter patogen *C.capsisi* sebesar 6,27 cm dan tidak berbeda nyata dengan *Candida* sp. (4). Sedangkan *Pichia* sp. (3) dan *Pichia* sp.(4) memiliki rerata diameter terendah sebesar 4,80 cm dibandingkan dengan kontrol positif sebesar 4,53 cm. Pada pengamatan hari ke-7 hasil rerata diameter patogen *C.capsisi* pada kontrol negatif lebih besar dibandingkan dengan perlakuan lain, yaitu sebesar 7,83 cm, hal ini disebabkan tidak adanya penghambat fungisida yang diberikan. Pada perlakuan yang menggunakan isolat

khamir, diduga bahwa *Candida* sp. (3) memiliki kemampuan yang baik untuk mendegradasi fungisida simoksanil. Hal ini dapat dilihat dari rerata diameter patogen *C.capsisi* sebesar 7,00 cm lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol positif sebesar 5,33 cm. Sedangkan *Pichia* sp. (3) memiliki rerata yang paling rendah sebesar 5,10 cm, dengan demikian *Pichia* sp. (3) tidak berbeda nyata dengan kontrol positif dan dengan perlakuan yang menggunakan khamir *Pichia* sp. (1), *Saccharomyces* sp. (1), *Saccharomyces* sp. (2), dan *Pichia* sp. (4). Hasil rerata diameter patogen *C.capsisi* pada uji degradasi fungisida simoksanil dapat dilihat pada tabel 4.

Hasil dari pengamatan selama 7 hari dapat dilihat bahwa khamir dari genus *Candida* sp. dapat memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi fungisida simoksanil. Radwan (2009) menjelaskan bahawa *Candida*, *Dabaromyces*, *Endomyces*, *Leucosporidium*, *Lodderomyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodosporidium*, *Rhodotorula*, *Saccharomycopsis*, *Schwanniomyces*, *Selenotila*, *Sporidiobalus*, *Sporoboloyces*, *Torulopsis*, *Trichosporon* dan *Wingea* memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dan mampu memanfaatkannya menjadi sumber energi. Menurut Suryani (2012), proses bioremediasi terjadi karena mikroorganisme yang dapat memproduksi sautu enzim sehingga enzim tersebut dapat merubah struktur kimia suatu polutan, yang biasanya disebut sebagai biotransformasi.

Biotransformasi berujung pada kegiatan biodegradasi dimana polutan beracun terdegradasi dan merubah struktuk kimia menjadi tidak kompleks dan metabolit yang tidak berbahaya ataupun beracun. Mougine *et al* (2009) menjelaskan bahwa enzim merupakan salah satu alat yang ampuh untuk mendegradasi suatu polutan. Salah satunya adalah enzim lakase yang dapat mengubah xenobiotik seperti pestisida menjadi sumber nutrisi. Javaid *et al* (2016) juga menambahkan bahwa tanamam serta mikroba dalam tanah menghasilkan enzim yang berguna sebagai kunci untuk proses bioremediasi pestisida.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Khamir-khamir yang ditemukan dari hasil isolasi lahan yang beresidu fungisida berbahan aktif simoksanil adalah *Pichia* sp. (1), *Pichia* sp. (2), *Saccharomyces* sp. (1), *Candida* sp. (1), *Debaryomyces* sp., *Issatchenkia* sp., *Candida* sp. (2), *Candida* sp. (3), *Pichia* sp. (3) *Saccharomyces* sp. (2), *Candida* sp. (4), *Schizosaccaromyces* sp., dan *Pichia* sp. (4).
2. Pada hasil uji adaptasi khamir masih dapat tumbuh hingga konsentrasi 10 kali kosentrasi anjuran, akan tetapi seiring meningkatnya konsnetrasi fungisida jumlah koloni khamir semakin menurun.
3. Perlakuan khamir yang dianggap memiliki kemampuan baik dalam mendegradasi fungisida berbahan aktif simoksanil adalah khamir *Candida* sp. karena mampu mengurangi daya toksisitas fungisida yang dapat dilihat dari perkembangan diameter *C.capsisi*.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi khamir pada tingkat DNA sehingga spesies khamir dapat diketahui dengan jelas, agar lebih pasti dalam mengetahui jenis khamir yang dapat mendegradasi fungisida berbahan aktif simoksanil dan mengetahui mekanisme khamir dalam mendegradasi fungisida simoksanil.

DAFTAR PUSTAKA

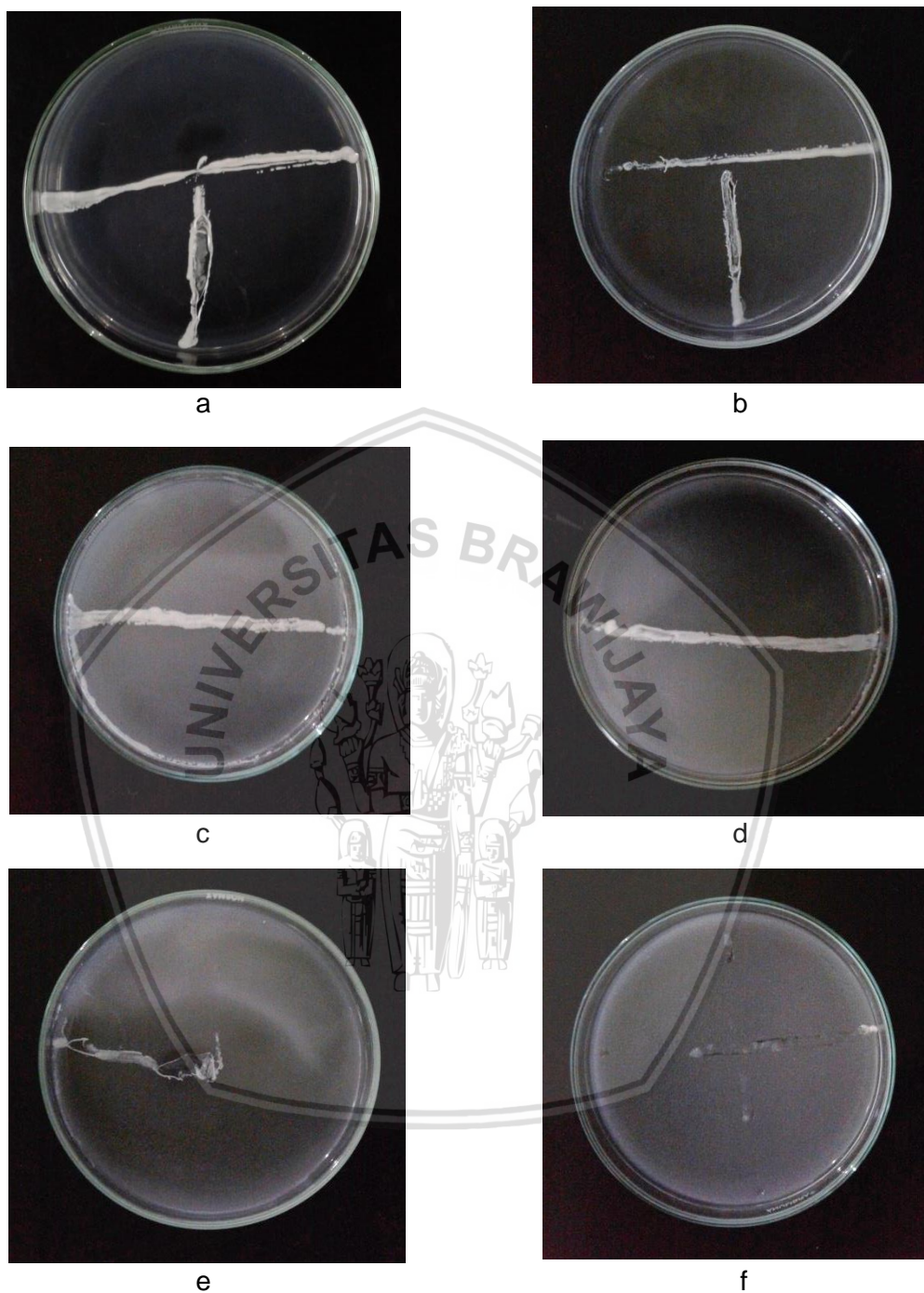
- Ali, M. 2012. Tinjauan Proses Bioremediasi Melalui Pengujian Tanah Tercemar Minyak. UPN Press. Surabaya.
- Ashliha dan Alami. 2014. Karakterisasi khamir dari pulau poteran Madura. Jurnal Sains Dan Seni Pomits 3(2): 49-52.
- Chevron. 2012. Bioremediasi dalam penambangan minyak mentah. Chevron IndoAsia Business.Jakarta.
- Djojsumarto, P. 2008. Panduan Lengkap Pestisida dan Aplikasinya. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1998. Pesticide Fact Sheet. United States.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. Cymoxanil. Diunduh dari www.fao.org/fileadmin/templates/.../Pests.../cymoxa06.pdf. Pada tanggal 28 Januari 2018.
- Gandjar, I., W. Syamsuridzal, dan A. Oetari. 2006. Mikologi Dasar dan Terapan. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hartini, E. 2014. Kontaminasi residu pestisida dalam buah melon (studi kasus pada petani di kecamatan penawangan). Jurnal Kesehatan Masyarakat. 10(1) : 96-102.
- Javaid, M. K., M. Ashiq., M.Tahir. 2016. Potential of Biological agents in decontamination of agricultural soil. Department of Chemistry, University of Gujrat. Pakistan.
- Jumayati., S.H.Bintari, dan I. Mubarak. 2012. Isolasi dan identifikasi khamir secara morfologi di tanah kebun wisata pendidikan universitas negeri Semarang. Biosaintifika 4(1): 27-35.
- Khaerudin dan Puspitasari. 2016. Kajian bioremediasi pada tanah tercemar pestisida. Jurnal Riset Kimia Kovalen 2(3):98-106.
- Kumar, A., B.S.Bisht, V.D.Joshi, and T.Dhewa. 2011. Review on bioremediation of polluted environment: a manegement tool. International Journal of Environmental Sciences 1(6):1079-1093.
- Kurtzman, C.P., and J.W. Fell. 1998. The Yeast, A Taxonomic Study. Fourth Revised and Enlarged Edition. Elsevier. Amsterdam.
- Miskiyah dan S.J.Munarso. 2009. Kontaminasi residu pestisida pada cabai merah, selada, dan bawang merah (studi kasus di Bandungan dan Brebes Jawa Tengah serta Cianjur Jawa Barat). Jurnal Hortikultura 19(1):101-111.
- Mougin, C., H. Boukcim., and C. Jolival. 2009. Soil bioremediation strategies based on the use of fungal enzymes. Dalam Singh, A., R.C.Kuhad., O.P.Ward (ed). Anvanced in Applied Bioremediatin. Springer. New York.

- Munir, E. 2006. Pemanfaatan mikroba dalam bioremediasi: suatu teknologi alternatif untuk pelestarian lingkungan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Nugroho, E., D dan D. A. Rahayu. 2017. Pengantar Bioteknologi (Teori dan Praktek). Cetakan 1. Yogyakarta.
- Paramita, R. N., C.Sumardiyono, dan Sudarmadi. 2014. Pengendalian kimia dan ketahanan *Colletotrichum* spp. terhadap fungisida simoksanil pada cabai merah. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia 18(1): 41–46.
- Radwan, S. 2009. Phytoremediation for oily desert soils. Dalam Singh, A., R.C.Kuhad., O.P.Ward (ed). Anvanced in Applied Bioremediatin. Springer. New York.
- Satife, D., A.Rahmawati, dan M.Yazid. 2011. Potensi yeast pada pengurangan konsentrasi uranium dalam limbah organik tbp-kerosin yang mengandung uranium. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah IX Pusat. 183-192. Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN. Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Schneiter, R. 2004. Genetics, molecular and cell biology of yeast. Universitat Freiburg Schweiz.
- Slavikova, E. and R. Vadkertiova. 2003. Effects of pesticides on yeasts isolated from agricultural soil. culture collection of yeasts. Slovakia : Institute of Chemistry, Slovak Academy of Sciences.
- Sudarmo, S. 1990. Pestisida. Kanisius. Yogyakarta.
- Sulistinah, N., S. Antonius, M.Rahmansyah. 2011 Pengaruh residu pestisida terhadap pola populasi bakteri dan fungi tanah di rumahkaca. Jurnal Teknik Lingkungan 12(1) 43-53.
- Sumardiyono, C. 2008. Ketahanan jamur terhadap fungisida di indonesia. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia (14) 1: 1-5.
- Suryani, Y. 2012. Bioremediasi limbah merkuri dengan menggunakan mikroba pada lingkungan yang tercemar 5(1- 2): 139-148.
- Syngenta. 2014. Cymoxanil 180 g/kg mandipropamid 250 g/kg. Registration Report Part A. National Assessment – Germany.
- Utami, S., N. Priyani dan E. Munir. 2012. Isolasi dan uji potensi bakteri tanah pertanian berastagi sumatra utara dalam mendegradasi fungisida antracol berbahan aktif propineb. Medan.
- World Health Organization (2009). The who recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. International Programme on Chemicals Safety.
- Waluyo, L. 2007. Mikrobiologi Umum Edisi Revisi. UMM Press. Malang.

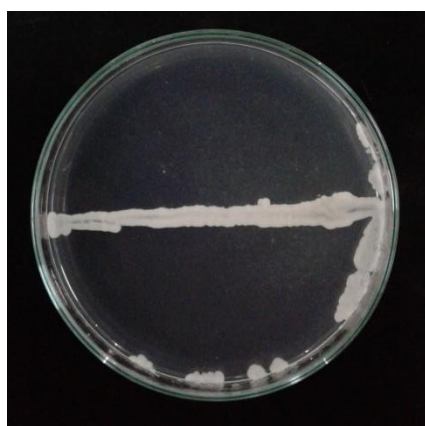
- Wiryadiputra, S. 2013. residu pestisida pada biji kakao indonesia dan produk variannya, serta upaya penanggulangannya. Review Penelitian Kopi dan Kakao 1(1) : 39-61
- Yazid, M. 2007. Kajian pemanfaatan bakteri hasil isolasi sebagai agen bioremediasi radionuklida uranim di lingkungan. Prosiding PPI - PCIPTN 2007. 115-122. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan. Yogyakarta.
- Yuantari. 2011. Dampak pestisida organoklorin terhadap kesehatan manusia dan lingkungan serta penanggulangannya. Prosiding Seminar Nasional. 12 April. 187-199. Peran Kesehatan Masyarakat dalam Pencapaian MDG's di Indonesia. Semarang.
- Yusnani. 2013. Identifikasi residu pestisida golongan organofosfat pada sayuran kentang di swalayan lottemart dan pasar terong kota Makassar. Jurnal MKMI.







Gambar lampiran 1. Koloni *Pichia* sp. (isolat 1) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



a

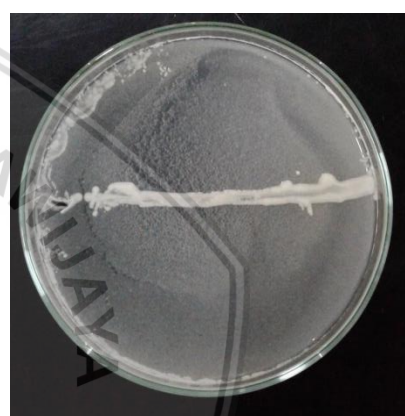


b

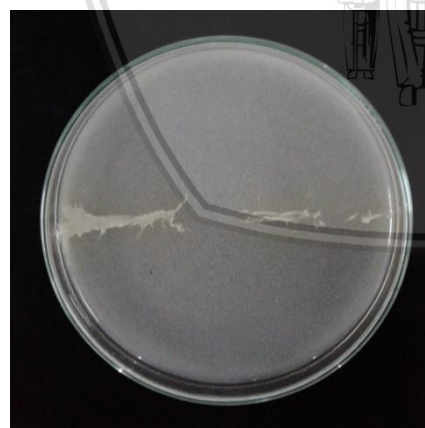


c

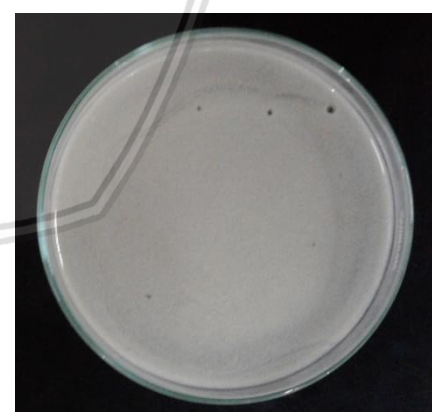
c



d

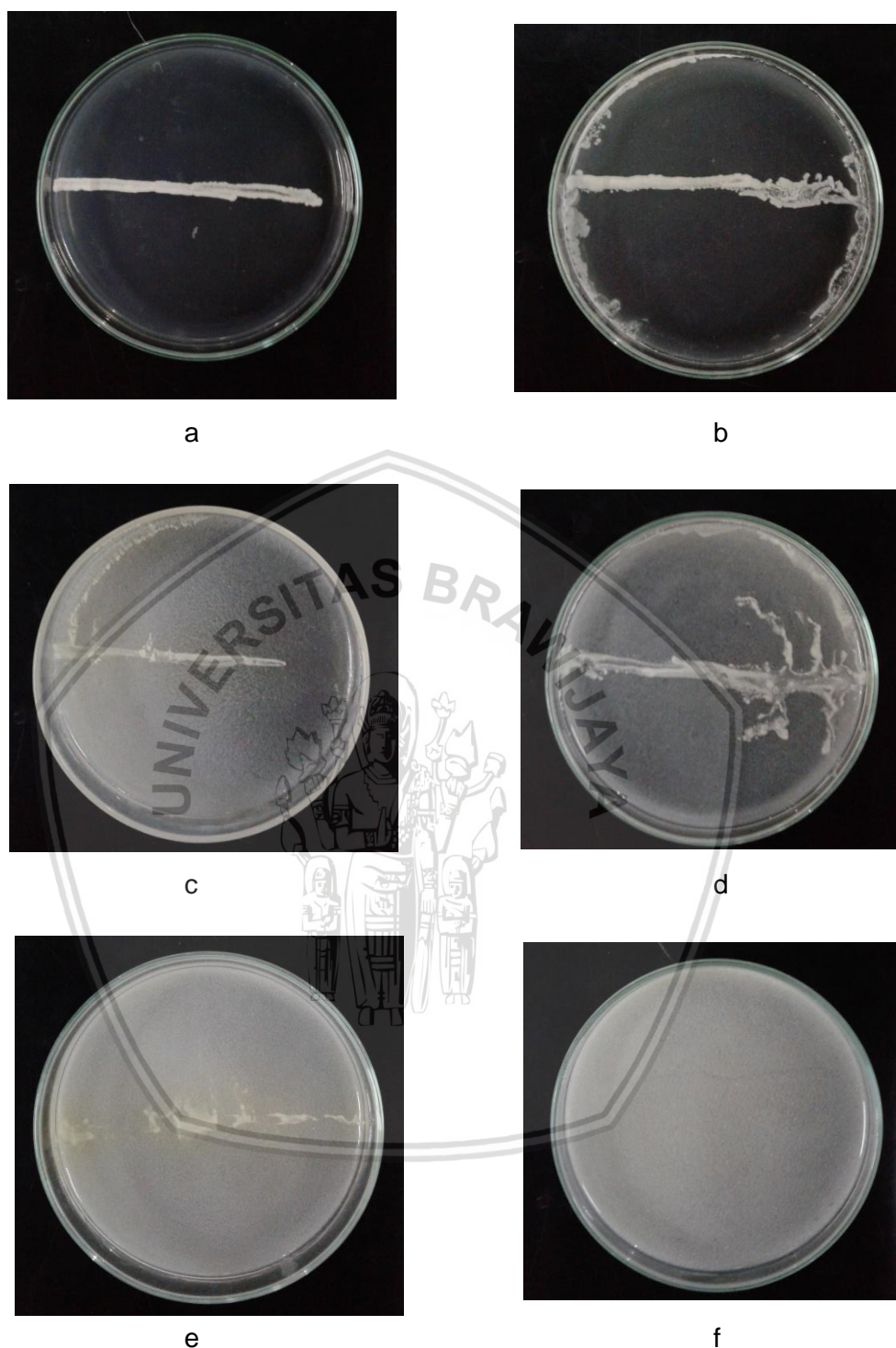


e



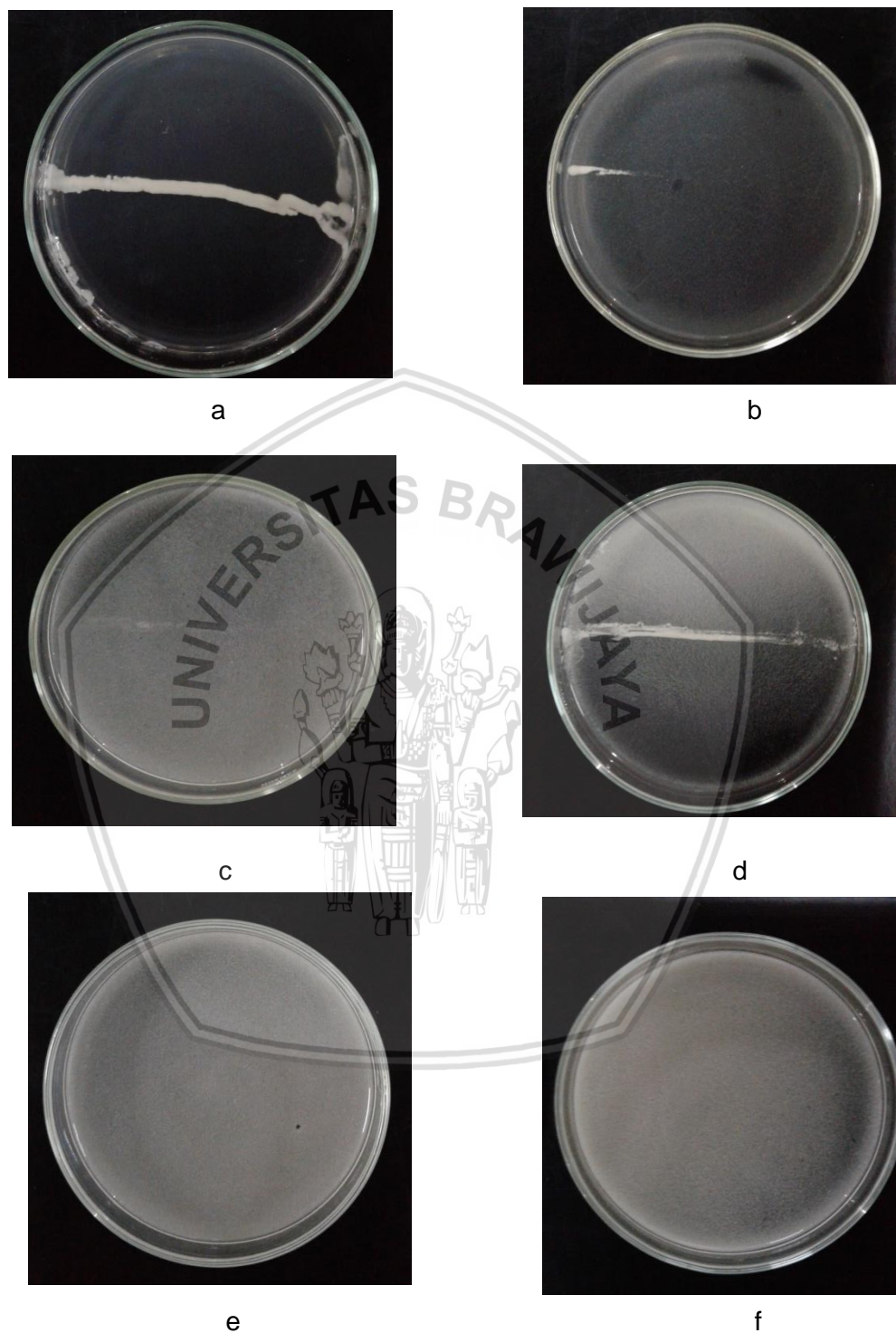
f

Gambar lampiran 2. Koloni *Pichia* sp. (isolat 2) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentasi anjuran



Gambar lampiran 3. Koloni *Saccharomyces* sp. (isolat 1) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran

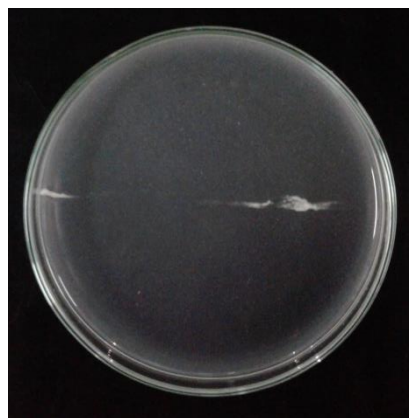




Gambar lampiran 5. Koloni *Debaryomyces* sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



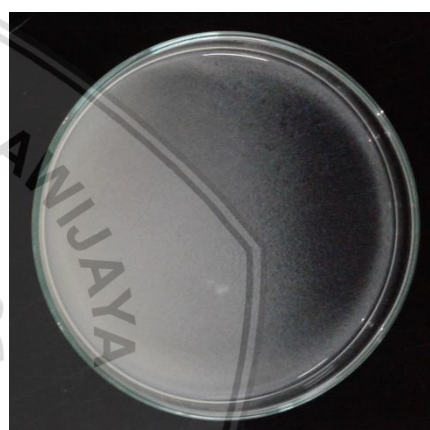
a



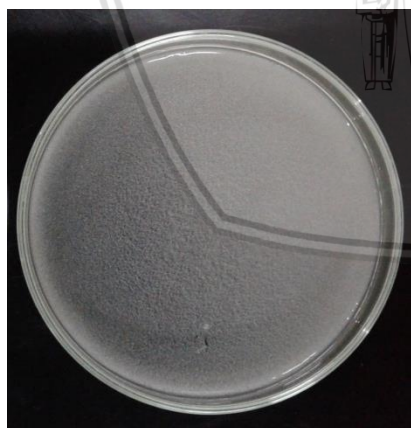
b



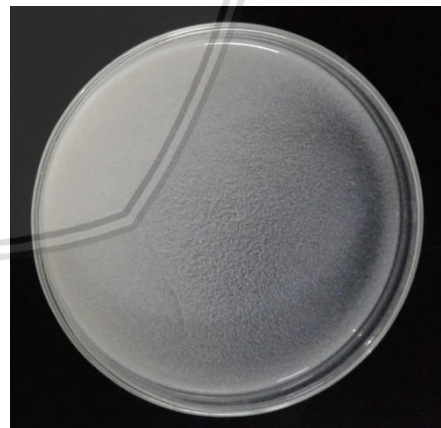
c



d

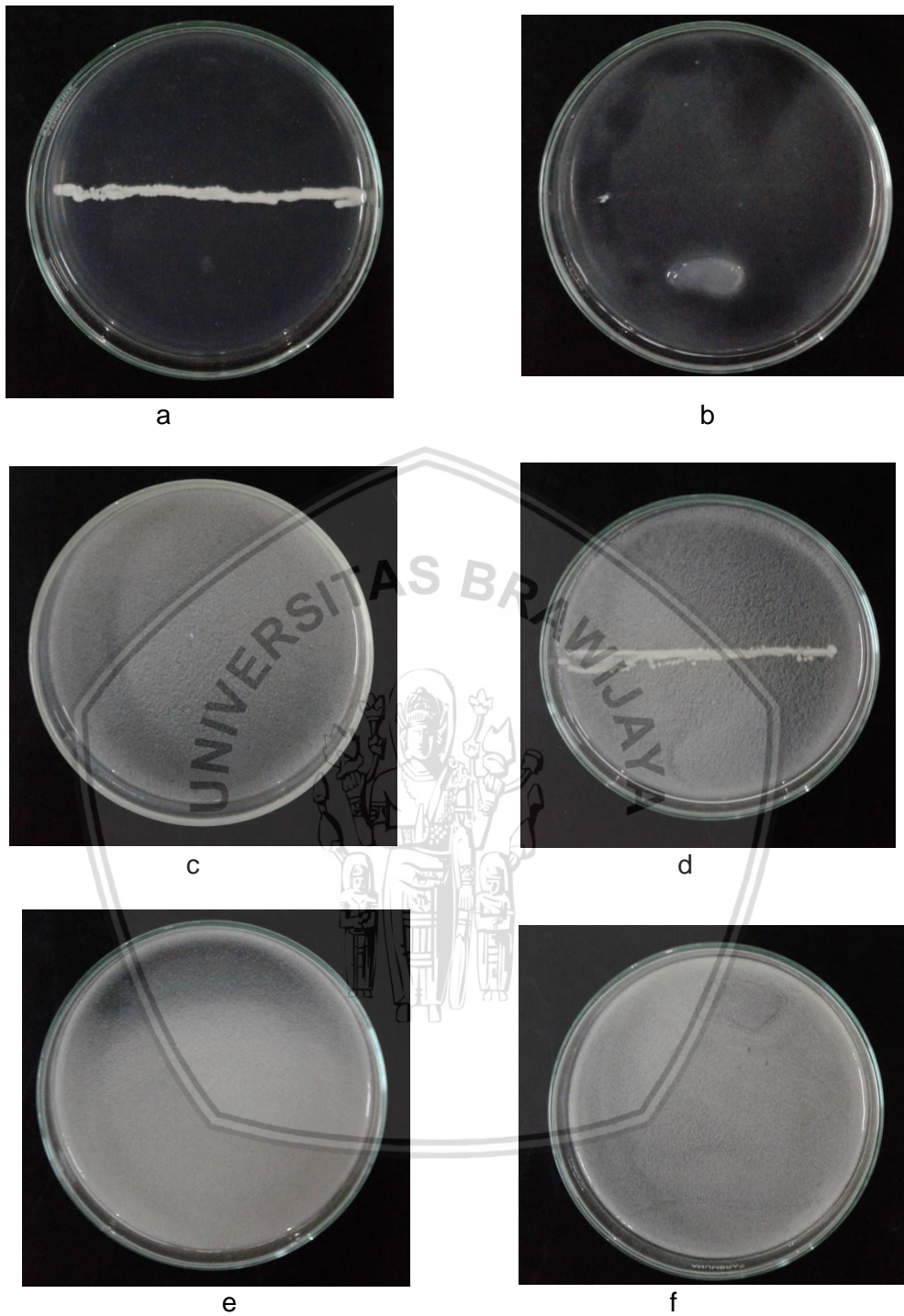


e

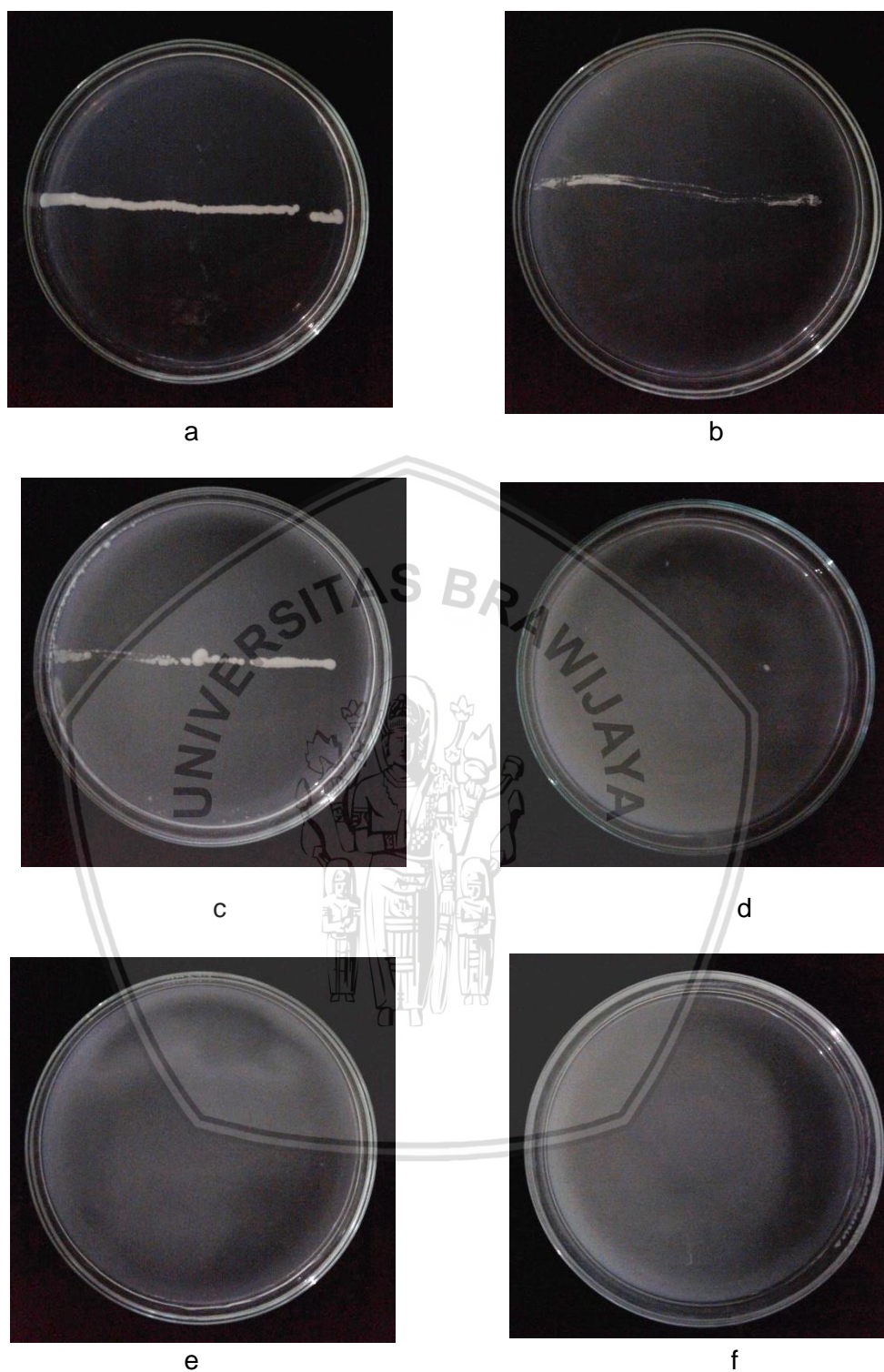


f

Gambar lampiran 6. Koloni *Issatchenkia* sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



Gambar lampiran 7. Koloni *Candida* sp. (isolat 2), pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f:10 kali konsentasi anjuran



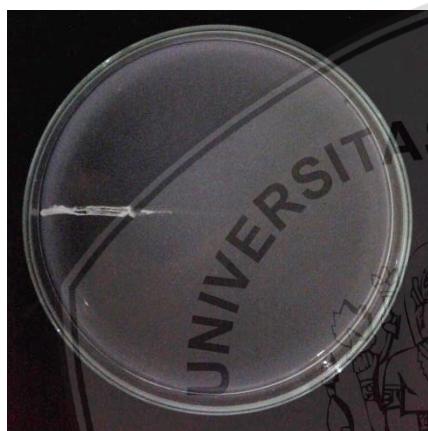
Gambar lampiran 8. Koloni *Candida* sp. (isolat 3), pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f:10 kali konsentasi anjuran



a



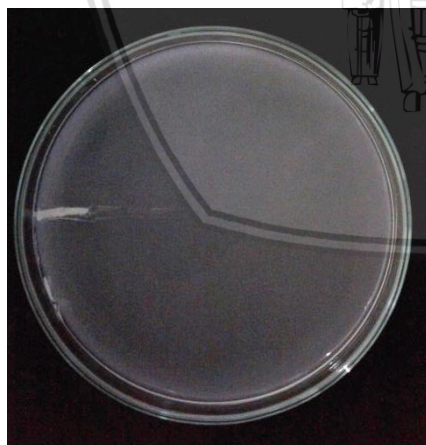
b



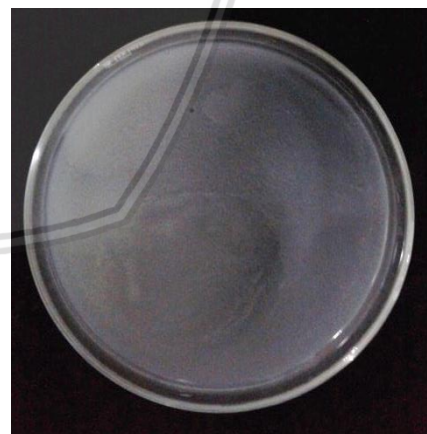
c



d



e

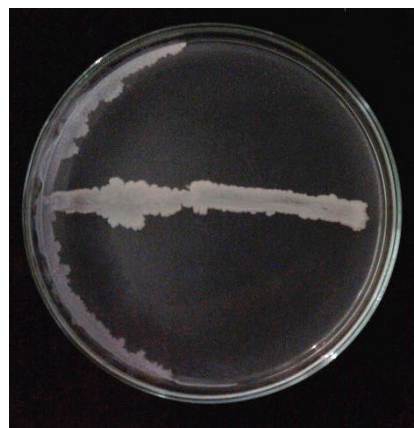


f

Gambar lampiran 9. Koloni *Pichia* sp. (isolat 3) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f:10 kali konsentasi anjuran



a



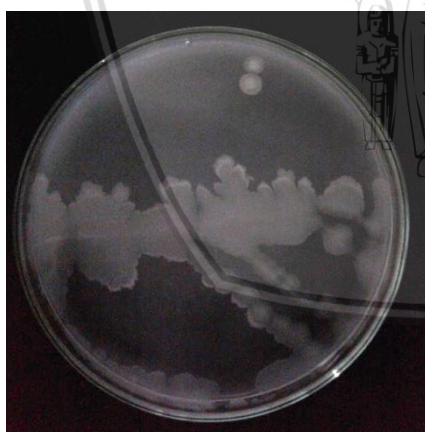
b



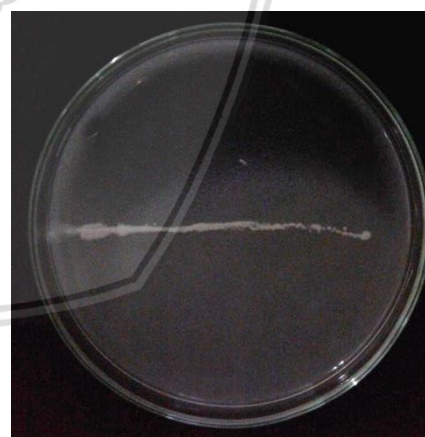
c



d



e



f

Gambar lampiran 10. Koloni *Saccharomyces* sp. (isolat 2) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



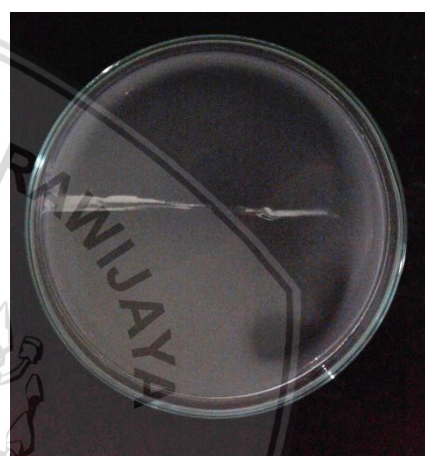
a



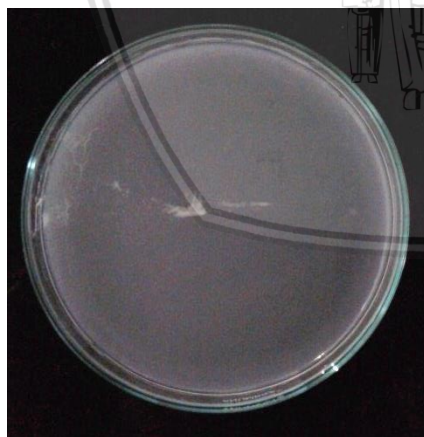
b



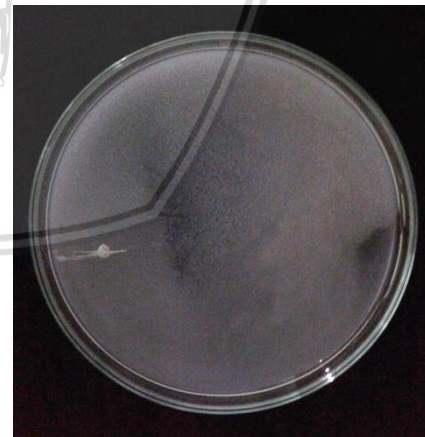
c



d



e



f

Gambar lampiran 11. Koloni *Candida* sp. (isolat 4) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



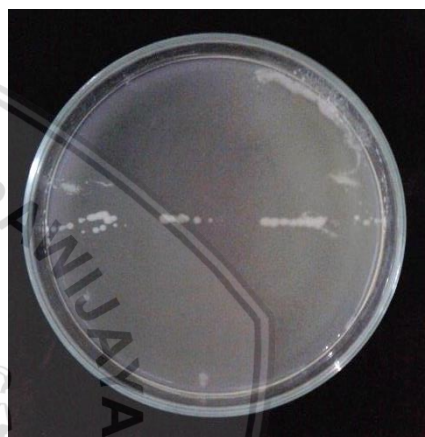
a



b



c



d

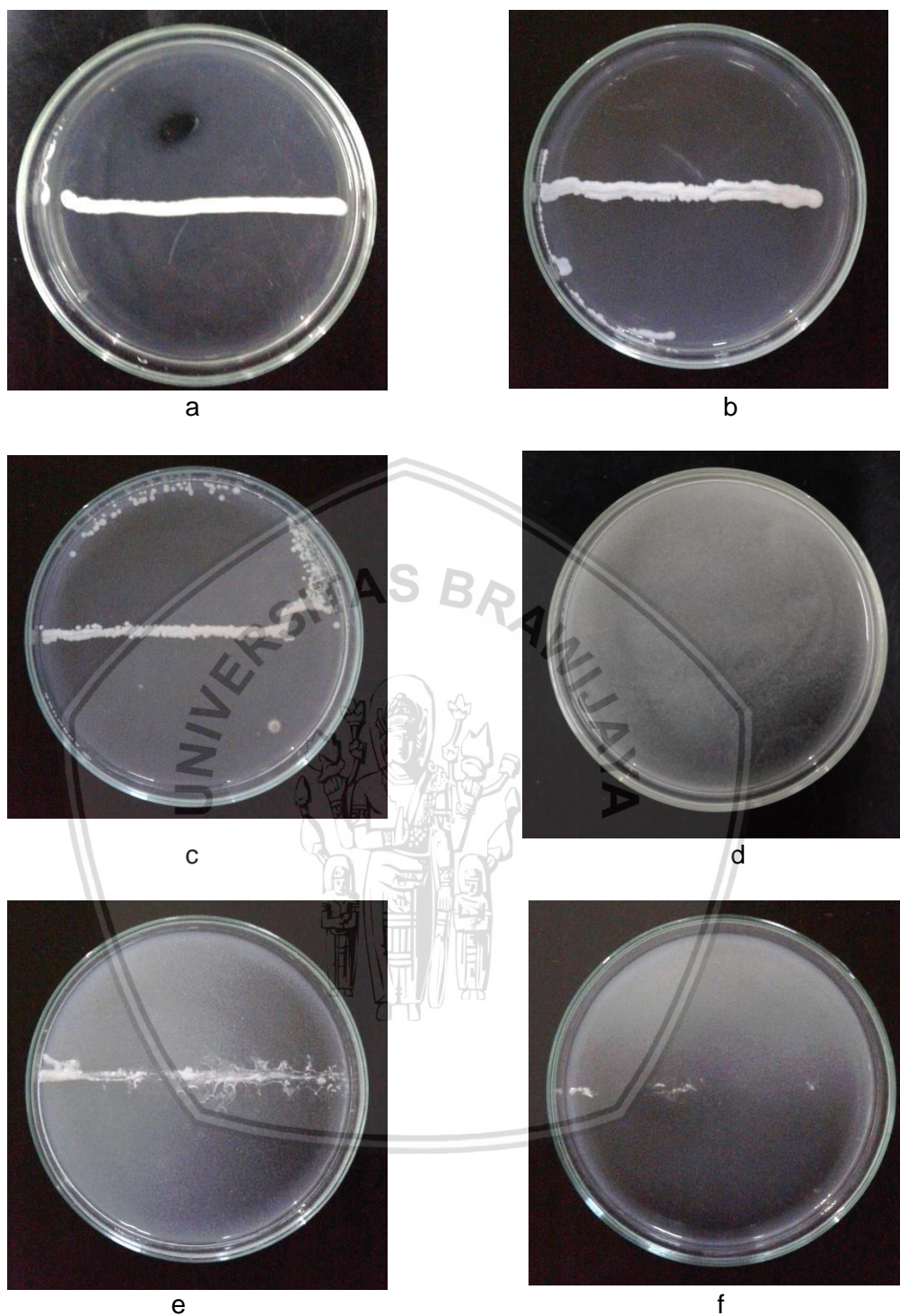


e

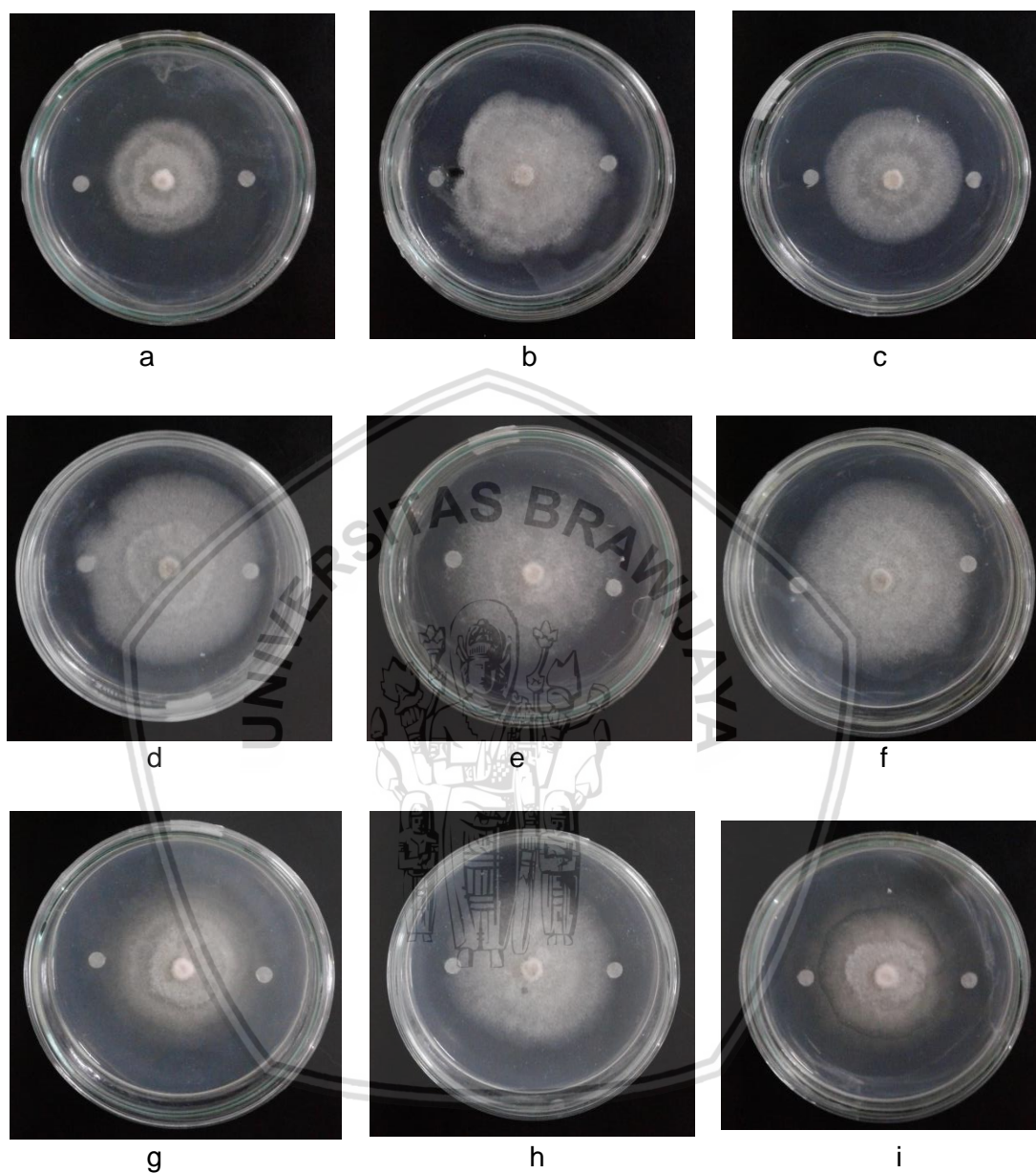


f

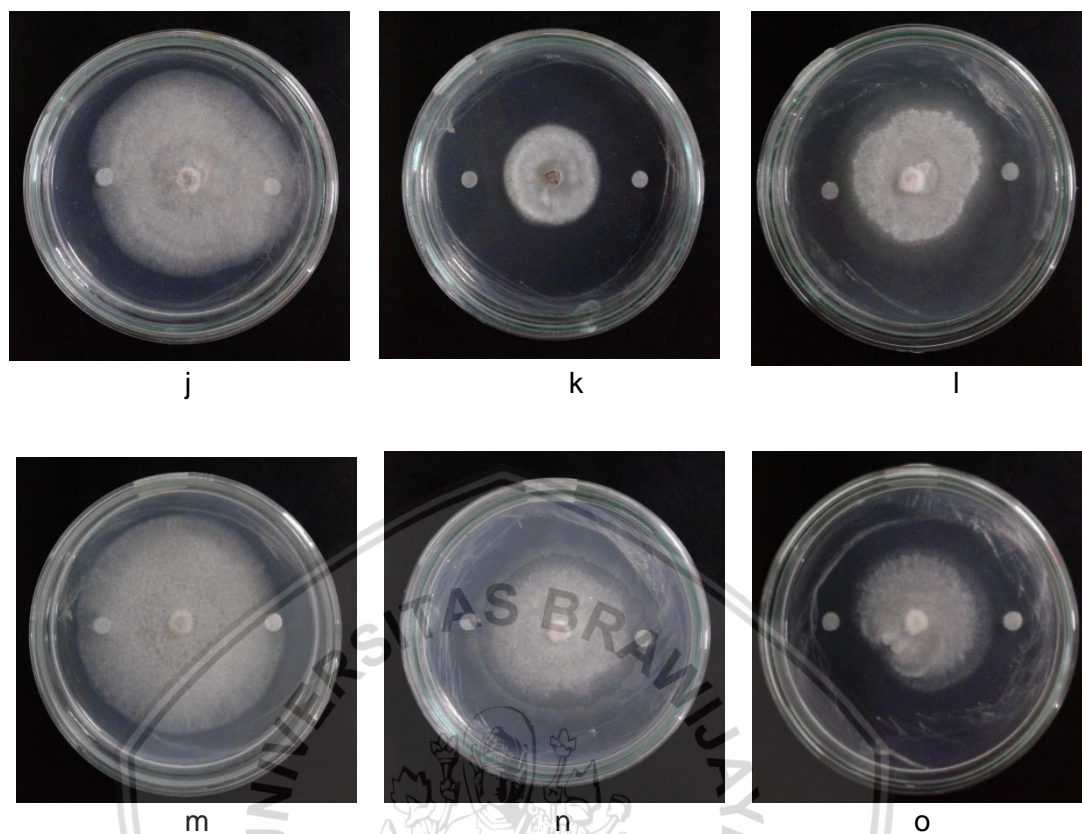
Gambar lampiran 12. Koloni *Schizosaccaromyces* sp. pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f: 10 kali konsentrasi anjuran



Gambar lampiran 13. Koloni *Pichia* sp. (isolat 4) pada media PDA yang mengandung fungisida simoksanil pada konsentrasi yang berbeda. a: 0 kali; b: 2 kali; c: 4 kali; d: 6 kali; e: 8 kali; f:10 kali konsentasi anjuran



Gambar lampiran 14. Koloni jamur *Colletotrichum capsici* pada uji degradasi fungisida simoksanil oleh beberapa khamir secara *in vitro*. a.kontrol negatif, b. kontrol positif, c.*Pichia* sp. (isolat 1), d. *Pichia* sp. (isolat 2), e. *Saccharomyces* sp. (isolat 1), f. *Candida* sp. (isolat 1), g.*Debaryomyces* sp., h.*Issatchenkia* sp., i.*Candida* sp. (isolat 2),



Gambar lampiran 15. Koloni jamur *Colletotrichum capsici* pada uji degradasi fungisida simoksanil oleh beberapa khamir secara *in vitro*. j. *Candida* sp. (isolat 3), k. *Pichia* sp. (isolat 4), l. *Saccharomyces* sp. (isolat 2)., m. *Candida* sp. (isolat 4), n. *Schizosaccaromyces* sp., o. *Pichia* sp. (isolat 5).

Lampiran Tabel 1. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Pichia* sp. (1)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	164,204	32,841	14,317*	3,11
Galat	12	27,527	2,294		
total	17	792,620			

Lampiran Tabel 2. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Pichia* sp. (2)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	73,218	14,644	2,712	3,11
Galat	12	64,793	5,399		
total	17	138,011			

Lampiran Tabel 3. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Saccharomyces* sp. (1)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	47,607	9,521	1,648	3,11
Galat	12	69,313	5,776		
total	17	965,640			

Lampiran Tabel 4. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Candida* sp (1)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	59,171	11,834	3,609	3,11
Galat	12	39,347	3,279		
total	17	965,640			

Lampiran Tabel 5. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Debaryomyces* sp

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	153,291	30,658	8,613*	3,11
Galat	12	42,713	3,559		
total	17	603,080			

Lampiran Tabel 6. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Issatchenkia* sp

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	120,572	24,114	6,283*	3,11
Galat	12	46,053	3,838		
total	17	166,625			

Lampiran Tabel 7. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Candida* sp. (2)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	208,804	41,761	8,837*	3,11
Galat	12	56,707	4,726		
total	17	265,511			

Lampiran Tabel 8. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Candida* sp. (3)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	184,944	36,989	12,255*	3,11
Galat	12	36,220	3,018		
total	17	221,164			

Lampiran Tabel 9. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Pichia* sp. (3)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	197,456	39,491	17,325*	3,11
Galat	12	27,353	2,279		
total	17	224,809			

Lampiran Tabel 10. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Saccharomyces* sp. (2)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	113,336	22,667	3,816*	3,11
Galat	12	71,280	5,940		
total	17	184,616			

Lampiran Tabel 11. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Candida* sp. (4)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	152,516	30,503	8,477*	3,11
Galat	12	43,180	3,598		
total	17	195,696			

Lampiran Tabel 12. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Schizosaccaromyces* sp

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	81,978	16,396	4,713*	3,11
Galat	12	41,747	3,479		
total	17	123,724			

Lampiran Tabel 13. Analisi ragam uji adaptasi khamir *Pichia* sp. (4)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	5	135,552	27,110	4,368*	3,11
Galat	12	74,473	6,206		
total	17	210,025			

Keterangan: *berbeda nyata

Lampiran Tabel 14. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-1

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	0,301	0,022	3,124*	2,04
Galat	30	0,207	0,007		
total	44	0,508			

Lampiran Tabel 15. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-2

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	1,112	0,079	0,618	2,04
Galat	30	3,860	0,129		
total	44	4,971			

Lampiran Tabel 16. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-3

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	1,711	0,122	0,627	2,04
Galat	30	5,847	0,195		
total	44	7,558			

Lampiran Tabel 17. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-4

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	4,812	0,344	1,853	2,04
Galat	30	5,567	0,186		
total	44	10,379			

Lampiran Tabel 18. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-5

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	9,221	0,659	3,696*	2,04
Galat	30	5,347	0,178		
total	44	14,568			

Lampiran Tabel 19. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-6

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	16,421	1,173	3,074*	2,04
Galat	30	11,447	0,382		
total	44	27,868			

Lampiran Tabel 20. Analisis ragam uji degradasi fungisida simoksanil hari ke-7

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel 5%
Perlakuan	14	23,592	1,685	1,641	2,04
Galat	30	30,807	1,027		
total	44	54,399			

Keterangan: *berbeda nyata